

## **PROGRAM STUDIÓW**

WYDZIAŁ:

**Chemiczny**

KIERUNEK STUDIÓW:

**Chemia**

Przyporządkowany do dyscypliny:

**D1 nauki chemiczne**

POZIOM KSZTAŁCENIA:

**studia drugiego stopnia (3-semesterne)**

FORMA STUDIÓW:

**niestacjonarna**

PROFIL:

**ogólnoakademicki**

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:

**polski**

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: **2024/2025**

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – zał. nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – zał. nr 2 do programu studiów
3. Plan studiów – zał. nr 3 do programu studiów

## ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### WYDZIAŁ: CHEMICZNY

**Kierunek studiów:** Chemia  
**Poziom studiów:** studia drugiego stopnia  
**Profil:** ogólnoakademicki

### Umiejscowienie kierunku

**Dziedzina nauki:** nauki ścisłe i przyrodnicze  
**Dyscyplina:** nauki chemiczne

### Objaśnienie oznaczeń:

#### **Odniesienie do charakterystyk PRK**

P7U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniowi na studiach drugiego stopnia - 7 poziom PRK

P7S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniowi na studiach drugiego stopnia studiów - 7 poziom PRK

#### po znaku podkreślenia:

**W** – wiedza (rozszerzenie: G = głębia i zakres, K = kontekst),

**U** – umiejętności (rozszerzenie: W = wykorzystanie wiedzy, K = komunikowanie się, O = organizacja pracy, U = uczenie się),

**K** – kompetencje społeczne (rozszerzenie: K = krytyczna ocena, O = odpowiedzialność, R = rola zawodowa),

**INŻ** – efekty uczenia się prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich.

#### **Symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów uczenia się na II stopniu studiów dla kierunku Chemia**

#### przed znakiem podkreślenia:

**K** – kierunkowe efekty uczenia się,

**2** – drugi stopień studiów

**A** – profil ogólnoakademicki

**ch** – kod kierunku

#### po znaku podkreślenia:

**W** – kategoria wiedzy, **U** – kategoria umiejętności, **K** – kategoria kompetencji społecznych

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Chemia</b> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
K2Ach_W01	Dysponuje pogłębioną wiedzą z fizyki i nauk technicznych pozwalającą na posługiwanie się metodami i pojęciami niezbędnymi do opisu procesów chemicznych i biotechnologicznych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2Ach_W02	Posiada zaawansowaną wiedzę z matematyki pozwalającą na zrozumienie, ilościowy opis i modelowanie i/lub projektowanie procesów chemicznych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2Ach_W03	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie głównych działów chemii i/lub inżynierii i technologii chemicznej. Orientuje się w aktualnych kierunkach rozwoju chemii i nauk powiązanych.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W04	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu chemii niezbędną do wykonywania analiz chemicznych, ilustrując je reakcjami chemicznymi. Rozpoznaje i objaśnia towarzyszące im zjawiska fizykochemiczne.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W05	Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie mechaniki kwantowej i matematycznych metod obliczeniowych niezbędnych do rozumienia chemii kwantowej oraz mechaniki molekularnej.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W06	Posiada uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę pozwalającą na opis i charakterystykę współczesnych metod i technik chemicznych, fizykochemicznych i biochemicznych stosowanych w badaniach związanych ze studiowanym kierunkiem. Zna możliwości praktycznego zastosowania tych metod i technik.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W07	Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie struktury materii. Zna i rozróżnia techniki doświadczalne analizy materiałów dotyczące identyfikacji ich struktury.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W08	Ma ugruntowaną wiedzę w zakresie doboru i dopasowania modelu matematycznego do danych eksperymentalnych. Zna metody opisowej i graficznej prezentacji danych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2Ach_W09	Zna wybrane współczesne narzędzia matematyczne i informatyczne, w tym służące do przeprowadzania obliczeń, modelowania/projektowania struktur chemicznych i/lub procesów chemicznych oraz do statystycznej oceny wyników eksperymentów.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W10	Zna prawne i etyczne uwarunkowania w kontekście działalności naukowej.	P7U_W	P7S_WK	
K2Ach_W11	Definiuje pojęcia i zna zasady związane z ochroną własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz zarządzania zasobami własności intelektualnej.	P7U_W	P7S_WK	

K2Ach_W12	Zna uwarunkowania ekonomiczne mające zastosowanie w obszarze nauk chemicznych.	P7U_W	P7S_WK	
K2Ach_W13	Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowisku badawczym lub pomiarowym.	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INŻ
K2Ach_W14	Ma podstawową wiedzę z zakresu tworzenia różnych form przedsiębiorczości.	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INŻ
K2Ach_W15	Ma wiedzę w zakresie doboru surowców i materiałów do prowadzenia syntez i/lub procesów chemicznych oraz sterowania nimi w celu uzyskania optymalnych efektów z punktu widzenia wydajności reakcji, operacji lub procesu.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
K2Ach_U01	Stosuje terminologię chemiczną zgodnie z zaleceniami IUPAC.	P7U_U	P7S_UW	
K2Ach_U02	Dobiera i stosuje metody/narzędzia matematyczne i informatyczne w planowaniu, projektowaniu, optymalizacji i analizie eksperymentów i procesów chemicznych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U03	Samodzielnie interpretuje matematyczny opis podstawowych zjawisk i procesów chemicznych.	P7U_U	P7S_UW	
K2Ach_U04	Potrafi zaplanować doświadczenia i wykonać analizy z wykorzystaniem odpowiednich metod i technik badawczych. Potrafi dokonać obliczeń teoretycznych i wykorzystać dostępne oprogramowanie do symulacji eksperymentu czy sprawdzenia korelacji pomiędzy strukturą a właściwościami związku chemicznego na podstawie danych eksperymentalnych i symulacji komputerowych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U05	Dobiera i potrafi wykorzystać odpowiednie metody, techniki i narzędzia badawcze w ramach właściwego kierunku studiów konieczne do wyjaśnienia postawionego problemu.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U06	Wykonuje zaawansowane obliczenia chemiczne, wykorzystując także programy obliczeniowe do modelowania/projektowania struktur chemicznych, reakcji chemicznych i/lub procesów chemicznych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U07	Dobiera i stosuje metody i narzędzia do analizy właściwości fizyko-chemicznych substancji.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U08	Potrafi dobrać i zastosować chemiczne, fizykochemiczne i biochemiczne metody i techniki eksperymentalne do ilościowej i jakościowej analizy różnych substancji i materiałów.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U09	Stosuje odpowiednie techniki spektroskopowe do analizy próbek. Potrafi rejestrować, symulować oraz jakościowo i ilościowo interpretować widma.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U10	Posługuje się oprogramowaniem komputerowym do opracowania wyników i statystycznej analizy danych doświadczalnych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U11	Wykorzystuje zdobytą wiedzę w zakresie chemii do pokrewnych dziedzin nauki i dyscyplin naukowych. Wykazuje umiejętność pracy w zespołach interdyscyplinarnych.	P7U_U	P7S_UW P7S_UO	
K2Ach_U12	Pozyskuje, krytycznie ocenia i twórczo przetwarza informacje z literatury naukowej, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także anglojęzycznych.	P7U_U	P7S_UW P7S_UK	
K2Ach_U13	Samodzielnie i/lub w grupie planuje oraz przeprowadza eksperymenty i badania naukowe w zakresie chemii z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Potrafi kierować pracą zespołu/grupy.	P7U_U	P7S_UO	
K2Ach_U14	Potrafi opracować wyniki badań, dokonać ich krytycznej analizy i formułować wnioski.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ

K2Ach_U15	Potrafi przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanego opracowania pisemnego.	P7U_U	P7S_UW	
K2Ach_U16	Potrafi przedstawić cele i wyniki pracy naukowej w formie prezentacji ustnej lub multimedialnej wykorzystując nowoczesne techniki informacyjno-komunikacyjne.	P7U_U	P7S_UW P7S_UK	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U17	Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu A1/A2 i B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7U_U	P7S_UK	
K2Ach_U18	Potrafi samodzielnie planować i realizować ciągłe doskonalenie się oraz ukierunkowuje innych w tym zakresie.	P7U_U	P7S_UU	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
K2Ach_K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.	P7U_K	P7S_KK	
K2Ach_K02	Rozumie potrzebę przedsiębiorczego myślenia i działania oraz jest świadomy potrzeby działania na rzecz interesu publicznego.	P7U_K	P7S_KO	
K2Ach_K03	Rozumie potrzebę podejmowania inicjatyw, inspirowania i organizowania działalności na rzecz otoczenia społeczno-gospodarczego.	P7U_K	P7S_KO	
K2Ach_K04	Odpowiedzialnie współdziała w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze.	P7U_K	P7S_KR	
K2Ach_K05	Jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich.	P7U_K	P7S_KR	
K2Ach_K06	Uznaje ważność i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności naukowej i inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, a także związaną z tym odpowiedzialność.	P7U_K	P7S_KK P7S_KO	
K2Ach_K07	Ma świadomość społecznej roli absolwenta uczelni technicznej i konieczności podtrzymywania etosu zawodu inżyniera.	P7U_K	P7S_KR	
K2Ach_K08	Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów w zakresie studiowanego kierunku i nauk pokrewnych; uznaje potrzebę zasięgnięcia opinii ekspertów w razie trudności w rozwiązywaniu problemów.	P7U_K	P7S_KK	

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

<b>Kierunek studiów:</b> CHEMIA	<b>Profil:</b> ogólnoakademicki
<b>Poziom studiów:</b> studia drugiego stopnia (3 sem. magisterskie)	<b>Forma studiów:</b> niestacjonarna

### 1. Opis ogólny

1.1 Liczba semestrów  <b>3</b>	1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie  <b>90</b>
1.3 Łączna liczba godzin zajęć  <b>684</b>	1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia) <b>są określone w zarządzeniu: „Warunki i tryb rekrutacji” w Politechnice Wrocławskiej</b>
1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów  <b>magister inżynier</b>	1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia  <b>Absolwent studiów II-go stopnia kierunku <b>Chemia</b></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• jest przygotowany do podjęcia pracy w laboratoriach, zarówno tradycyjnych, jak i wyposażonych w zaawansowaną aparaturę, o profilu związanym z chemią, w tym: analizą chemiczną, syntezą organiczną, oceną i/lub kontrolą jakości, środowiskiem, żywnością, kosmetologią i farmacją;</li> <li>• jest zdolny do podjęcia pracy w jednostkach badawczych i badawczo-rozwojowych przemysłu chemicznego oraz innych pokrewnych gałęzi przemysłu oraz instytucjach naukowych;</li> <li>• dysponuje szeroką wiedzą pozwalającą na rozwiązywanie problemów chemicznych oraz proponowanie nowych koncepcji, szczególnie we współpracy ze specjalistami innych dyscyplin naukowych;</li> <li>• potrafi przygotować i prezentować referaty, a także prowadzić merytoryczne dyskusje ze specjalistami;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jest przygotowany do pracy w zespole, również interdyscyplinarnym, organizowania pracy grupowej i do kreatywnego kierowania pracą zespołową;</li> <li>• potrafi samodzielnie pogłębiać swoją wiedzę i umiejętności;</li> <li>• jest przygotowany do podjęcia studiów w Szkole Doktorskiej</li> </ul>
<p>1.7 <i>Możliwość kontynuacji studiów</i></p> <p><b>Możliwość ubiegania się o przyjęcie do Szkoły Doktorskiej, studia podyplomowe</b></p>	<p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju</i></p> <p>Misja i strategia rozwoju Politechniki Wrocławskiej zostały określone w dokumencie pt. „Strategia Politechniki Wrocławskiej 2023-2030”. Program studiów II stopnia na kierunku <b>Chemia</b> wpisuje się w kluczowe obszary strategii i nadrzędne cele strategiczne zarówno z obszaru kształcenia, jak i badań naukowych i współpracy z otoczeniem. Jest też zgodny z misją „tworzenia i przekazywania wiedzy, odpowiadającej na nowe wyzwania i możliwości pojawiające się przed społeczeństwem, gospodarką i cywilizacją”.</p> <p>Program studiów wpisuje się w cele strategiczne poprzez: (1) rozwijanie twórczych umiejętności o charakterze pracy naukowej poprzez zwiększony wymiar zajęć związanych z realizacją pracy dyplomowej, (2) duży udział (ponad 50 %) zajęć czynnych, jak laboratoria, ćwiczenia, seminaria i projekty, (3) dbałość o równowagę pomiędzy przekazywaną wiedzą ogólną, a specjalistyczną, (4) dostarczanie studentom wiedzy i umiejętności obejmujących najnowsze osiągnięcia nauki i technologii z zakresu innowacyjnych procesów chemicznych, (5) rozwijanie kompetencji społecznych, ze szczególnym naciskiem na rozwój umiejętności pracy zespołowej, (6) rozwijanie zdolności pracy metodą projektową.</p>

## 2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 15, U (umiejętności) = 18, K (kompetencje) = 8, W + U + K = 41

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny: D1 (wiodąca)

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

D1 100 % punktów ECTS

**2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów - DN** *(musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)*

Specjalność	Liczba pkt. ECTS
<i>Chemia stosowana</i>	73

**2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne** *(musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)*

## **2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy**

Potrzeby rynku pracy w zakresie **Chemii** zostały pośrednio przedstawione w niniejszym Programie Studiów w pozycji Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia. Wymienione tam przygotowanie absolwentów odzwierciedlają między innymi następujące efekty uczenia się: (1) Potrafi przeprowadzać doświadczenia naukowe, opracowywać i interpretować ich wyniki oraz wiązać je z odpowiednimi teoriami lub hipotezami naukowymi, (2) Zna mechanizmy budowania i funkcjonowania zespołów pracowników oraz czynników wpływających na ich efektywność i skuteczność. Wie jak planować i zarządzać czasem własnym w działaniach indywidualnych oraz w przedsięwzięciach zespołowych, (3) Posiada podstawową wiedzę o procesach zarządzania. Zna funkcje, zasady i instrumenty zarządzania, w tym zarządzania jakością, oraz identyfikuje podstawowe problemy zarządzania. Posiada poszerzoną wiedzę o procesach zarządzania, w tym w szczególności o cechach i kierunkach rozwoju współczesnego zarządzania oraz o wartościach istotnych dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględnianych w procesie zarządzania.

Zakładane efekty uczenia się wpisują się w aktualne potrzeby jednostek kontroli jakości, laboratoriów analitycznych, przemysłu chemicznego i branż z nim związanych, w tym firm i zakładów chemicznych zajmujących się projektowaniem, syntezą i rozwojem technologii wytwarzania nowoczesnych chemikaliów, przemysłu spożywczego, syntezy i przetwórstwa związków organicznych, w tym polimerów, peptydów i aktywnych składników farmaceutyków, wytwarzania materiałów ceramicznych, budowlanych, przemysłu metalurgicznego.



**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia** (wpisać sumę punktów ECTS dla przedmiotów/ grup zajęć oznaczonych kodem BU<sup>1</sup>, przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)

<b>Specjalność</b>	<b>Liczba pkt. ECTS (BU)</b>
Chemia stosowana	31,26

**2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	4
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
<b>Łączna liczba punktów ECTS</b>	<b>4</b>

**2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych** (wpisać sumę punktów ECTS przedmiotów/grup zajęć oznaczonych kodem P)

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	7
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	56
<b>Łączna liczba punktów ECTS</b>	<b>63</b>

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczeniowych lub na innym kierunku studiów** (wpisać sumę punktów ECTS przedmiotów/grup zajęć oznaczonych kodem O)  
8 punktów ECTS

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS)**  
78 punktów ECTS

### **3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:**

Weryfikacja i ocena efektów uczenia się wraz z odniesieniem do przedmiotów lub grup przedmiotów w trakcie całego cyklu kształcenia odbywa się w odniesieniu do informacji zawartych w kartach przedmiotów (sylabusach). Co do zasady prowadzona jest ona za pomocą kartkówek, kolokwium i egzaminów, w trakcie których student ma za zadanie wykazać się odpowiednim poziomem wiedzy. Efekty uczenia się z zakresu umiejętności są weryfikowane w trakcie zajęć praktycznych, a także na podstawie opracowywanych sprawozdań, projektów i prac końcowych.

Student zdobywa wiedzę i umiejętności uczestnicząc w zajęciach teoretycznych i praktycznych, które w znacznym stopniu bazują na wynikach badań naukowych prowadzonych przez nauczycieli akademickich – opiekunów przedmiotów i prowadzących zajęcia ze studentami. Podstawę kształcenia stanowią przedmioty laboratoryjne, seminaryjne i projektowe. Kształcenie na kierunku studiów prowadzone jest zgodnie z zasadą zwiększania stopnia skomplikowania zadań teoretycznych i praktycznych stawianych przed studentami. Do praktyki dydaktycznej wdrażane są nowoczesne metody kształcenia, dzięki czemu rośnie aktywność studentów trakcie zajęć. Przedmioty teoretyczne o charakterze wykładów i seminariów uzupełniane są o zajęcia projektowe i laboratoryjne, które obejmują m.in.: modelowanie i projektowanie komputerowe, a także prowadzenie badań naukowych. Program uzupełniają przedmioty humanistyczne i lektoraty. Tok kształcenia kończy się egzaminem dyplomowym sprawdzającym wiedzę teoretyczną studenta oraz obroną pracy dyplomowej magisterskiej.

## 4. Lista bloków zajęć:

### 4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. .... pkt. ECTS):*

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedmiotu/grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
Razem																			

##### 4.1.1.2 Blok *Języki obce (min. .... pkt ECTS):*

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedmiotu/grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
Razem																			

##### 4.1.1.3 Blok *Zajęcia sportowe (0 pkt ECTS):*

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedmiotu/grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
Razem																			

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.1.1.4 Technologie informacyjne (min. .... pkt ECTS):

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedmiotu/grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Razem																	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

### 4.1.2.1 Blok *Matematyka*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedmiotu/ grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W03CHE-NM1811W	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych	9					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09 K2Ach_K01	9	25	1		0,39	T/Z	Z				PD
<b>Razem</b>			<b>9</b>						<b>9</b>	<b>25</b>	<b>1</b>		<b>0,39</b>						

### 4.1.2.2 Blok *Fizyka*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedmiotu/ grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
<b>Razem</b>																			

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. nauką – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 4.1.2.3 Blok *Chemia*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno -uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W03CHE-NM1804W	Chemia teoretyczna	18					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09 K2Ach_K01	18	75	3		0,78	T/Z	<b>E</b>				PD
<b>Razem</b>			<b>18</b>						<b>18</b>	<b>75</b>	<b>3</b>		<b>0,78</b>						

### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
27					27	100	4		1,17

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. nauką – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

### 4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	W03CHE-NM1804C	Chemia teoretyczna		9				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14 K2Ach_K01	9	50	2		0,42	T/Z	Z			P	K
2.	W03CHE-NM1804L	Chemia teoretyczna			18			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15 K2Ach_K01	18	50	2		0,84	T	Z			P	K
3.	W03CHE-NM1803W	Metody instrumentalne w analizie chemicznej	9					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W09	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		K
4.	W03CHE-NM1803L	Metody instrumentalne w analizie chemicznej.			27			K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_K04	27	75	3	3	1,26	T	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>			<b>9</b>	<b>9</b>	<b>45</b>				<b>63</b>	<b>200</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2,91</b>					<b>7</b>	

### Razem (dla bloków kierunkowych):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>9</b>	<b>9</b>	<b>45</b>			<b>63</b>	<b>200</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2,91</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt ECTS):*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno -uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	W03-NM1802BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	9					K2Ach_W10 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_K07	9	60	2		0,39	T/Z	Z	O			KO
2.	W03-NM1801BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	18					K2Ach_W11 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_K07	18	90	3		0,78	T/Z	Z	O			KO
<b>Razem</b>			<b>27</b>						<b>27</b>	<b>150</b>	<b>5</b>		<b>1,17</b>						

#### 4.2.1.2 Blok *Języki obce (min. 3 pkt ECTS):*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno -uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	W03-NM1801BJ	Język obcy II		27				K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	27	60	2		1,26	T/Z	Z	O		P	KO
2.	W03-NM1802BJ	Język obcy I		9				K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	9	30	1		0,42	T/Z	Z	O		P	KO
<b>Razem</b>				<b>36</b>					<b>36</b>	<b>90</b>	<b>3</b>		<b>1,68</b>					<b>3</b>	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



**Razem dla bloków kształcenia ogólnego:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>27</b>	<b>36</b>				<b>63</b>	<b>240</b>	<b>8</b>		<b>2,85</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. nauką – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

### 4.2.2.1 Blok *Matematyka* (min... pkt ECTS):

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
Razem																			

### 4.2.2.2 Blok *Fizyka* (min. .... pkt ECTS):

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
Razem																			

### 4.2.2.3 Blok *Chemia* (min.... pkt ECTS):

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
Razem																			

### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2.3 Lista bloków kierunkowych

### 4.2.3.1 Blok Profil dyplomowania ( 29 pkt ECTS)

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma przedmiotu/ grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W03W03-NM1853S	Proseminarium dyplomowe					9	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K07	9	25	1	1	0,42	T/Z	Z		DN	P	K
2	W03W03-NM1854D	Praca dyplomowa I			36			K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	36	150	6	6	1,8	T	Z		DN	P	K
3	W03W03-NM1855D	Praca dyplomowa II			126			K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_U15 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	126	500	20	20	5,7	T	Z		DN	P	K
4	W03W03-NM1856S	Seminarium. dyplomowe					9	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_K08	9	50	2	2	0,42	T/Z	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>					<b>162</b>		<b>18</b>		<b>180</b>	<b>725</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>8,34</b>					<b>29</b>	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.2.3.2 Blok *Przedmioty wybieralne*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedmiotu/ grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHE-NM1801BW	Przedmiot wybieralny BLOK 2*	18					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	18	50	2	2	0,78	T/Z	Z		DN		K
<b>Razem</b>			<b>18</b>						<b>18</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0,78</b>						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Lista przedmiotów wybieralnych BLOK 2\*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. 6	rodzaj <sup>7</sup>
1.	W03CHE-NM1818W	Analiza specjacyjna i frakcjonowana pierwiastków w środowisku	18					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_W08	18	50	2	2	0,78	T/Z	Z		DN		K
2.	W03CHE-NM1823W	Sensory i biosensory – alternatywne narzędzia analityczne	18					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W04 K2Ach_W06	18	50	2	2	0,78	T/Z	Z		DN		K
3.	W03CHE-NM1822W	Naturalne produkty medyczne	18					K2Ach_W03 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_K08	18	50	2	2	0,78	T/Z	Z		DN		K
4.	W03CHE-NM1820W	Biokatalizatory w syntezie	18					K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W15	18	50	2	2	0,78	T/Z	Z		DN		K
5.	W03CHE-NM1821W	Leki biotechnologiczne	18					K2Ach_W01 K2Ach_W03	18	50	2	2	0,78	T/Z	Z		DN		K
6.	W03CHE-NM1819W	Polimery w medycynie	18					K2Ach_W03 K2Ach_W06	18	50	2	2	0,78	T/Z	Z		DN		K

\*Lista przedmiotów wybieralnych kierunkowych ogłaszana przez RW przed rozpoczęciem roku akademickiego, umożliwiających osiągnięcie zakładanych kierunkowych efektów uczenia się przypisanych do przedmiotu „przedmiot wybieralny”(2w).

### Razem dla bloków kierunkowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
18		162		18	198	775	31	31	9,12

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2.4 Lista bloków specjalnościowych

### 4.2.4.1 Blok *Przedmioty specjalnościowe*

#### *Chemia stosowana ( 37 pkt. ECTS)*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Form a <sup>2</sup> prze dmi otu/ grup y zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno -uczeln iany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W03CHE-NM1801W	Praktyczne aspekty chemii biologicznej	9					K2Ach_W01 K2Ach_W06 K2Ach_W07 K2Ach_W15	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S
2	W03CHE-NM1801L	Praktyczne aspekty chemii biologicznej			18			K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U14 K2Ach_K06	18	50	2	2	0,84	T	Z		DN	P	S
3	W03CHE-NM1802W	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych	18					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06	18	75	3	3	0,78	T/Z	E		DN		S
4	W03CHE-NM1802C	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych		18				K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09	18	50	2	2	0,84	T/Z	Z		DN	P	S
5	W03CHE-NM1805W	Przygotowanie próbek do analizy	9					K2Ach_W04 K2Ach_W07 K2Ach_W08 K2Ach_W13	9	50	2	2	0,39	T/Z	E		DN		S
6	W03CHE-NM1805C	Przygotowanie próbek do analizy		9				K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_U14 K2Ach_U15	9	25	1	1	0,42	T	Z		DN	P	S
7	W03CHE-NM1805P	Przygotowanie próbek do analizy				9		K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U09	9	50	2	2	0,45	T/Z	Z		DN	P	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

							K2Ach_U10 K2Ach_U14 K2Ach_K06											
8	W03CHE-NM1806W	Metody elektroanalizy	9				K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_W15	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S
9	W03CHE-NM1806L	Metody elektroanalizy			18		K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K04	18	50	2	2	0,84	T	Z		DN	P	S
10	W03CHE-NM1807W	Analiza próbek rzeczywistych	9				K2Ach_W06 K2Ach_W09	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S
11	W03CHE-NM1807L	Analiza próbek rzeczywistych			36		K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U14 K2Ach_K05	36	75	3	3	1,68	T	Z		DN	P	S
12	W03CHE-NM1808W	Techniki separacyjne	18				K2Ach_W01 K2Ach_W06	18	50	2	2	0,78	T/Z	E		DN		S
13	W03CHE-NM1808L	Techniki separacyjne			27		K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01	27	75	3	3	1,26	T	Z		DN	P	S
14	W03CHE-NM1809W	Metody spektrometryczne i ich zastosowanie	9				K2Ach_W03 K2Ach_W06	9	50	2	2	0,39	T/Z	E		DN		S
15	W03CHE-NM1809L	Metody spektrometryczne i ich zastosowanie			27		K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	27	75	3	3	1,26	T	Z		DN	P	S
16	W03CHE-NM1810W	Planowanie syntezy: strategia i taktyka.	9				K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_W15	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S
17	W03CHE-NM1810P	Planowanie syntezy: strategia i taktyka				9	K2Ach_U01 K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_K02	9	25	1	1	0,45	T/Z	Z		DN	P	S
18	W03CHE-NM1811L	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych			9		K2Ach_U02 K2Ach_U06 K2Ach_U10 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U14	9	25	1		0,42	T/Z	Z			P	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

19	W03CHE-NM1812W	Ocena i kontrola jakości	9					K2Ach_W04 K2Ach_W08 K2Ach_W09	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S
20	W03CHE-NM1813L	Synteza związków biologicznie aktywnych			36			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U09 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K04	36	75	3	3	1,68	T	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>99</b>	<b>27</b>	<b>171</b>	<b>18</b>			<b>315</b>	<b>925</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>14,43</b>					<b>23</b>	

#### 4.2.3.2 Blok *Przedmioty wybieralne specjalnościowe*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W03CHE-NM1801W	Przedmiot wybieralny BLOK 1*	9	9				K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_W07 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09	18	50	2	2	0,81	T/Z	Z		DN	P(1)	S
<b>Razem</b>			<b>9</b>	<b>9</b>					<b>18</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0,81</b>					<b>1</b>	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



**Lista przedmiotów wybieralnych BLOK 1\* 9W+ 9C lub 9L**

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącзна	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczeln- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	W03CHE-NM1814W	Kryształochemia	9					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W07 K2Ach_U01	9	25	1	1	0,39	T/Z			DN		S
2.	W03CHE-NM1814C	Kryształochemia		9				K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U06 K2Ach_U11	9	25	1	1	0,42	T/Z			DN	P	S
3.	W03CHE-NM1815W	Metody spektroskopowe	9					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W04 K2Ach_W06	9	25	1	1	0,39	T/Z			DN		S
4.	W03CHE-NM1815C	Metody spektroskopowe		9				K2Ach_U04 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U14 K2Ach_K05	9	25	1	1	0,42	T/Z			DN	P	S
5.	W03CHE-NM1816W	Spektrometria mas i jej zastosowanie	9					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06	9	25	1	1	0,39	T/Z			DN		S
6.	W03CHE-NM1816C	Spektrometria mas i jej zastosowanie		9				K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K05	9	25	1	1	0,42	T/Z			DN	P	S
7.	W03CHE-NM1817W	Wybrane techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów	9					K2Ach_W03 K2Ach_W06	9	25	1	1	0,39	T/Z			DN		S
8.	W03CHE-NM1817L	Wybrane techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów			9			K2Ach_U01 K2Ach_U05 K2Ach_U11 K2Ach_K01 K2Ach_K08	9	25	1	1	0,42	T/Z			DN	P	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Razem dla bloków specjalnościowych:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>108</b>	<b>36</b>	<b>171</b>	<b>18</b>		<b>333</b>	<b>975</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>15,24</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**4.3 Blok praktyk (opinia rady konsultacyjnej wydziału nt. zasad zaliczania praktyki – zał. nr ...)  
nie dotyczy**

**4.4 Blok „praca dyplomowa” (o ile jest przewidywana na studiach pierwszego stopnia)**

Typ pracy dyplomowej	licencyjna / inżynierska / magisterska*	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
3	29	W03W03-NM1853S W03W03-NM1854D W03W03-NM1855D W03W03-NM1856S
Charakter pracy dyplomowej		
Praca dyplomowa studiów II stopnia (magisterskich) powinna mieć znamiona pracy naukowej, doświadczalnej lub teoretycznej, o charakterze podstawowym lub praktycznym. Praca powinna zaowocować nowymi wynikami oryginalnych badań lub rozwiązań techniczno-technologicznych, a jej prezentacja w formie pisemnego dzieła powinna zawierać uzyskane wyniki oraz pokazać wiedzę i umiejętności autora, w tym między innymi: (1) zdolność do formułowania celów i problemów badawczych; (2) umiejętność korzystania z literatury i innych źródeł wiedzy; (3) umiejętność planowania i przeprowadzania badań i innych działań prowadzących do zrealizowania postawionych celów i problemów; (4) umiejętność poprawnej interpretacji wyników; (5) umiejętność posługiwania się precyzyjnym i jasnym językiem oraz właściwego dobierania materiałów graficznych ilustrujących przedstawiane zagadnienia		
Liczba punktów ECTS BU <sup>1</sup>	<b>8,34</b>	
Liczba punktów ECTS DN <sup>5</sup>	<b>29</b>	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	np. egzamin, kolokwium
ćwiczenia	np. test, kolokwium
laboratorium	np. wejściówka, sprawozdanie z laboratorium
projekt	np. obrona projektu
seminarium	np. udział w dyskusji, prezentacja tematu, esej
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

## 6. Zakres egzaminu dyplomowego

1. Zaawansowana chemia analityczna.
2. Metody analizy instrumentalnej.
3. Ogólne aspekty chemii organicznej i biologicznej
4. Wybrane aspekty chemii teoretycznej

## 7. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych przedmiotów/grup zajęć lub wszystkich przedmiotów w poszczególnych blokach

Każdy przedmiot z planu studiów powinien być zaliczony zgodnie z planem studiów. W przypadku konieczności powtarzania przedmiotu, przedmiot ten powinien być zaliczony w najbliższym semestrze, w których jest oferowany.

\***T/Z** Forma „zdalna” dopuszczalna za zgodą Dziekana w wyjątkowych sytuacjach, pod warunkiem, że nie będzie stanowić więcej niż 75% ECTS. Zapis T/Z dotyczy wyłącznie zajęć w takiej formie jak: wykład, ćwiczenia i seminarium.

## 8. Plan studiów (załącznik nr 5)

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....  
Data

.....  
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## PLAN STUDIÓW

<b>WYDZIAŁ:</b>	<b>CHEMICZNY</b>
<b>KIERUNEK STUDIÓW:</b>	<b>CHEMIA</b>
<b>POZIOM KSZTAŁCENIA:</b>	studia drugiego stopnia (3sem)
<b>FORMA STUDIÓW:</b>	stacjonarna
<b>PROFIL:</b>	ogólnoakademicki
<b>SPECJALNOŚĆ:</b>	<b>Chemia stosowana</b>
<b>JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:</b>	<b>polski</b>
<b>OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:</b>	<b>2024/2025</b>

## **Struktura planu studiów (opcjonalnie)**

1) w układzie punktowym

*(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)*

2) w układzie godzinowym

*(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)*

## STUDIA II STOPNIA, MAGISTERSKIE niestacjonarne (3 sem)

KIERUNEK: CHEMIA

Specjalność: Chemia stosowana

Przedmioty specjalnościowe

Przedmioty kierunkowe

Przedmioty wybieralne

<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
225h / 30 ECTS/ 3E	243h / 30 ECTS / 2E	216h / 30 ECTS
	Przedmiot humanistyczno-menedżerski 9w (2 ECTS)	
Przedmiot humanistyczno-menedżerski 18w (3 ECTS)	Przedmiot wybieralny <b>BLOK 1</b> 9w + 9c (1 + 1) ECTS	
Praktyczne aspekty chemii biologicznej 9w + 18l (1 + 2) ECTS	Metody elektroanalityczne 9w + 18l (1 + 2) ECTS	Przedmiot wybieralny <b>BLOK 2</b> 18w (2 ECTS)
Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych 18w + 18c (3 + 2) ECTS	Analiza próbek rzeczywistych 9w + 36l (1 + 3) ECTS	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych 9w (1 ECTS)
Metody instrumentalne w analizie chemicznej 9w + 27l (1 + 3) ECTS	Techniki separacyjne 18 + 27l (2 + 3) ECTS	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych 9l (1 ECTS)
Chemia teoretyczna 18w + 9c + 18l (3 + 2 + 2) ECTS	Metody spektrometryczne i ich zastosowanie 9w + 27l (2 + 3) ECTS	Ocena i kontrola jakości 9w (1 ECTS)
Przygotowanie próbek do analizy 9w + 9c + 9p (2 + 1 + 2) ECTS	Planowanie syntezy: strategia i taktyka 9w + 9p (1 + 1) ECTS	Synteza związków biologicznie aktywnych 36l (3 ECTS)
Język obcy II (A1/A2) 27c (2 ECTS)	Język obcy I (B2+) 9c (1 ECTS)	Praca dyplomowa II 126l (20 ECTS)
Proseminarium dyplomowe 9s (1 ECTS)	Praca dyplomowa I 36l (6 ECTS)	Seminarium dyplomowe 9s (2 ECTS)
<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>

Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po każdym semestrze: 15 ECTS



# 1. Zestaw przedmiotów / grup zajęć obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 11

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spor- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. o	rodzaj <sup>7</sup>
1	W03CHE-NM1804W	Chemia teoretyczna	18					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09 K2Ach_K01	18	75	3		0,78	T/Z	E				PD
2	W03CHE-NM1804C	Chemia teoretyczna		9				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14 K2Ach_K01	9	50	2		0,42	T/Z	Z			P	K
3	W03CHE-NM1804L	Chemia teoretyczna			18			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15 K2Ach_K01	18	50	2		0,84	T	Z			P	K
4	W03CHE-NM1803W	Metody instrumentalne w analizie chemicznej	9					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W09	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		K
5	W03CHE-NM1803L	Metody instrumentalne w analizie chemicznej.			27			K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_K04	27	75	3	3	1,26	T	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>			<b>27</b>	<b>9</b>	<b>45</b>				<b>81</b>	<b>275</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>3,69</b>		<b>1</b>			<b>7</b>	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Przedmioty specjalnościowe: *Chemia stosowana*      liczba punktów ECTS 13**

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sub>6</sub>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W03CHE-NM1801W	Praktyczne aspekty chemii biologicznej	9					K2Ach_W01 K2Ach_W06 K2Ach_W07 K2Ach_W15	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S
2	W03CHE-NM1801L	Praktyczne aspekty chemii biologicznej			18			K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U14 K2Ach_K06	18	50	2	2	0,84	T	Z		DN	P	S
3	W03CHE-NM1802W	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych	18					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06	18	75	3	3	0,78	T/Z	E		DN		S
4	W03CHE-NM1802C	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych		18				K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09	18	50	2	2	0,84	T/Z	Z		DN	P	S
5	W03CHE-NM1805W	Przygotowanie próbek do analizy	9					K2Ach_W04 K2Ach_W07 K2Ach_W08 K2Ach_W13	9	50	2	2	0,39	T/Z	E		DN		S
6	W03CHE-NM1805C	Przygotowanie próbek do analizy		9				K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_U14 K2Ach_U15	9	25	1	1	0,42	T	Z		DN	P	S
7	W03CHE-NM1805P	Przygotowanie próbek do analizy				9		K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_U14 K2Ach_K06	9	50	2	2	0,45	T/Z	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>36</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>9</b>			<b>90</b>	<b>325</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>4,11</b>		<b>2</b>			<b>7</b>	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Przedmioty/grupy zajęć wybieralne**

**6 punktów ECTS**

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W03W03-NM1853S	Proseminarium dyplomowe					9	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K07	9	25	1	1	0,42	T/Z	Z		DN	P	K
2	W03-NM1801BJ	Język obcy II		27				K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	27	60	2		1,26	T/Z	Z	O		P	KO
3	W03-NM1801BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	18					K2Ach_W11 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_K07	18	90	3		0,78	T/Z	Z	O			KO
<b>Razem</b>			<b>18</b>	<b>27</b>			<b>9</b>		<b>54</b>	<b>175</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2,46</b>					<b>3</b>	

**Razem w semestrze**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>81</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>225</b>	<b>775</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>10,26</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 2

### Przedmioty specjalnościowe: *Chemia stosowana*

liczba punktów ECTS 19

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedmiotu/grupy zajęć	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącznie	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	W03CHE-NM1806W	Metody elektroanalityczne	9					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_W15	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S
2.	W03CHE-NM1806L	Metody elektroanalityczne			18			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K04	18	50	2	2	0,84	T	Z		DN	P	S
3.	W03CHE-NM1807W	Analiza próbek rzeczywistych	9					K2Ach_W06 K2Ach_W09	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S
4.	W03CHE-NM1807L	Analiza próbek rzeczywistych			36			K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U14 K2Ach_K05	36	75	3	3	1,68	T	Z		DN	P	S
5.	W03CHE-NM1808W	Techniki separacyjne	18					K2Ach_W01 K2Ach_W06	18	50	2	2	0,78	T/Z	<b>E</b>		DN		S
6.	W03CHE-NM1808L	Techniki separacyjne			27			K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01	27	75	3	3	1,26	T	Z		DN	P	S
7.	W03CHE-NM1809W	Metody spektrometryczne i ich zastosowanie	9					K2Ach_W03 K2Ach_W06	9	50	2	2	0,39	T/Z	<b>E</b>		DN		S
8.	W03CHE-NM1809L	Metody spektrometryczne i ich zastosowanie			27			K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	27	75	3	3	1,26	T	Z		DN	P	S
9.	W03CHE-NM1810W	Planowanie syntezy: strategia i taktyka.	9					K2Ach_W01 K2Ach_W03	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. nauką – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K2Ach_W12 K2Ach_W15											
10.	W03CHE-NM1810P	Planowanie syntezy; strategia i taktyka				9		K2Ach_U01 K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_K02	9	25	1	1	0,45	T/Z	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>54</b>		<b>108</b>	<b>9</b>			<b>171</b>	<b>475</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>7,83</b>					<b>12</b>	

### Przedmioty/grupy zajęć wybieralne

### 11 punktów ECTS

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. 6	rodzaj <sup>7</sup>
1.	W03-NM1802BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	9					K2Ach_W10 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_K07	9	60	2		0,39	T/Z	Z	O			KO
2.	W03-NM1802BJ	Język obcy I		9				K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	9	30	1		0,42	T/Z	Z	O		P	KO
3.	W03CHE-NM18B1	Przedmiot wybieralny BLOK 1	9	9				K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_W07 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09	18	50	2	2	0,81	T/Z	Z		DN	P(1)	S
4.	W03W03-NM1854D	Praca dyplomowa I			36			K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	36	100	6	6	1,8	T	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>				<b>72</b>	<b>240</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>3,42</b>					<b>8</b>	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>72</b>	<b>18</b>	<b>144</b>	<b>9</b>		<b>243</b>	<b>715</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>11,25</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 3

### Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 1

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	W03CHE-NM1811W	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych	9					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09 K2Ach_K01	9	25	1		0,39	T/Z	Z				PD
<b>Razem</b>			<b>9</b>						<b>9</b>	<b>25</b>	<b>1</b>		<b>0,39</b>						

### Przedmioty specjalnościowe: *Chemia stosowana* liczba punktów ECTS 5

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W03CHE-NM1811L	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych			9			K2Ach_U02 K2Ach_U06 K2Ach_U10 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U14	9	25	1		0,42	T/Z	Z			P	S
2	W03CHE-NM1812W	Ocena i kontrola jakości	9					K2Ach_W04 K2Ach_W08 K2Ach_W09	9	25	1	1	0,39	T/Z	Z		DN		S
3	W03CHE-NM1813L	Synteza związków biologicznie aktywnych			36			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U09 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K04	36	75	3	3	1,68	T	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>9</b>		<b>45</b>				<b>54</b>	<b>125</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2,46</b>					<b>4</b>	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Przedmioty/grupy zajęć wybieralne**

**24 punkty ECTS**

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHE-NM1801BW	Przedmiot wybieralny BLOK 2*	18					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	18	50	2	2	0,78	T/Z	Z		DN		K
2.	W03W03-NM1855D	Praca dyplomowa II			126			K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_U15 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	126	500	20	20	5,7	T	Z		DN	P	K
3.	W03W03-NM1856S	Seminarium. dyplomowe					9	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_K08	9	50	2	2	0,42	T/Z	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>			<b>18</b>		<b>126</b>		<b>9</b>		<b>153</b>	<b>600</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>6,9</b>					<b>22</b>	

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
36		171		9	216	750	30	28	9,75

**\*Lista przedmiotów wybieralnych kierunkowych ogłaszana przez RW przed rozpoczęciem roku akademickiego, umożliwiających osiągnięcie zakładanych kierunkowych efektów uczenia się przypisanych do przedmiotu „przedmiot wybieralny”(18w).**

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwy przedmiotów/ grup zajęć kończących się egzaminem	Semestr
W03CHE-NM1802W	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych	1
W03CHE-NM1804W	Chemia teoretyczna	1
W03CHE-NM1805W	Przygotowanie próbek do analizy	1
W03CHE-NM1808W	Techniki separacyjne	2
W03CHE-NM1809W	Metody spektrometryczne i ich zastosowanie	2

## 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	15
2	15
3	0

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

Samorząd studencki aprobuje Plan studiów II stopnia, studia niestacjonarne na kierunku **Chemia**,  
na specjalności : **Chemia stosowana**

.....  
Data

.....  
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

# KARTY PRZEDMIOTÓW

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b> Analiza próbek rzeczywistych</p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b> Analysis of real samples</p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana</p> <p><b>Poziom studiów:</b> II stopień</p> <p><b>Forma studiów:</b> niestacjonarna</p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy</p> <p><b>Język wykładowy:</b> polski</p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025</p> <p><b>Kod przedmiotu:</b> W03CHE-NM1807W, W03CHE-NM1807L</p> <p><b>Grupa kursów:</b> NIE</p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9		36		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	1		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39		1,68		

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość chemii analitycznej w zakresie kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia</li> <li>2. Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem metod analizy chemicznej i analizy instrumentalnej z zakresu kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia</li> </ol>
--

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

- C1 Zapoznanie z podstawową terminologią i definicjami dotyczącymi próbek środowiskowych, żywności i leków
- C2 Zapoznanie z metodami pobierania i przygotowania próbek środowiskowych, leków i żywności w celu przeprowadzenia analizy chemicznej
- C3 Przedstawienie technik eksperymentalnych oraz metod i procedur przygotowania próbek środowiskowych, leków i żywności stosowanych w celu przeprowadzenia analizy chemicznej oraz zastosowanie technik instrumentalnych.
- C4 Zaznajomienie z teoretycznymi podstawami funkcjonowania odpowiedniej aparatury pomiarowej stosowanej rutynowo w procesie analizy próbek środowiskowych, leków i żywności.
- C5 Zdobycie umiejętności wyboru i przeprowadzenia optymalnej dla danego rodzaju próbek i celu analizy metody pobierania i przygotowania próbek do analizy
- C6 Uzyskanie umiejętności zastosowania aparatury pomiarowej w instrumentalnej analizie chemicznej.
- C7 Utrwalenie umiejętności wykonywania obliczeń niezbędnych do opracowania wyników przeprowadzanych oznaczeń i analiz oraz statystycznego opracowania wyników i analizy błędów
- C8 Nabycie i utrwalenie umiejętności przeprowadzania przeglądów literaturowych na tematy związane z analityką oraz umiejętności przygotowania i wygłoszenia prezentacji multimedialnych na podstawie zgromadzonej literatury

#### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Student zna podstawowe definicje i terminy typowe dla próbek środowiskowych, żywności i leków, zna aspekty prawne mające zastosowanie w analizie tego rodzaju próbek
- PEU\_W02 Student zna zasady pobierania różnego rodzaju próbek środowiskowych, żywności i leków
- PEU\_W03 Student zna metody przygotowania próbek do analizy, umie wybrać metodę optymalną dla danego rodzaju próbek i celu analizy
- PEU\_W04 Student zna metody instrumentalne stosowane w analizie składników i zanieczyszczeń próbek środowiskowych, żywności i leków, zna ich zalety, wady i typowe zastosowania
- PEU\_W05 Student zna metody walidacji procedur analitycznych i technik instrumentalnych oraz cel i sposób zastosowania certyfikowanych materiałów odniesienia, potrafi przeprowadzić analizę statystyczną wyników analitycznych oraz ich interpretację.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU\_U01 Student umie wybrać i zastosować optymalną dla danego rodzaju próbki i celu przeprowadzenia analizy metodę pobierania i przygotowania próbek
- PEU\_U02 Student potrafi wykonać analizy z wykorzystaniem aparatury odpowiedniej dla rodzaju oznaczanego składnika i celu analizy
- PEU\_U03 Student umie wykonać obliczenia niezbędne w czasie przygotowania próbek do analizy oraz prowadzące do uzyskania końcowego wyniku przeprowadzonych analiz i oznaczeń oraz potrafi przeprowadzić ocenę poprawności uzyskanych wyników i weryfikację błędów pomiarowych
- PEU\_U04 Student potrafi przygotować raport/sprawozdanie z przeprowadzonych eksperymentów z uwzględnieniem analizy wyzyskanych wyników i formułowania wniosków

Z zakresu kompetencji społecznych:  
 PEU\_K01 Student rozumie potrzebę podnoszenia swoich kompetencji i ciągłego doksztalcania się  
 PEU\_K02 Student potrfi współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze, ma świadomość odpowiedzialności za wspólne działania  
 PEU\_K03 Student potrafi określić priorytety niezbędne do realizacji zadań własnych lub innych członków grupy

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do analizy próbek środowiskowych, żywności i leków. Żywność: definicje (UE i inne), rodzaje składników produktów żywnościowych (klasyfikacje), charakterystyka badań typowych dla danego rodzaju próbki. Leki: definicja; terminologia; wprowadzenie w kwestie prawne, farmakopee. Metrologia w analizie środowiskowej, żywności i leków. Niepewność i budżet niepewności, walidacja, spójność i inne parametry. Metody referencyjne	2
Wy2	Analityka środowiskowa – charakterystyka i specyfika pomiarów, klasyfikacja próbek środowiskowych. Prawo unijne, krajowe, normy. Obiekty i ekosystemy – układy otwarte i zamknięte. Aktywne i pasywne metody pobierania próbek. Próbką reprezentatywna. Ogólne zasady wstępnego postępowania z próbkami. Monitoring i mobilność zanieczyszczeń. Analiza powietrza i gazów. Analiza wody i ścieków: rodzaje wód i ścieków oraz ich charakterystyka i składniki; próbkowanie, zanieczyszczenia; chemiczne i fizyczne metody analizy; wybrane aspekty mikrobiologiczne. Analiza gleby: charakterystyka i rodzaje gleb; składniki gleb; kwasowość; rodzaje wody; przykładowe typowe badania gleby. Analiza gleby: oznaczanie składników mineralnych; oznaczanie pH gleby; analiza związków organicznych; oznaczanie różnych rodzajów węgla, analizatory. Środowiskowe próbki z matrycą biologiczną: ekosystem, flora i fauna, bioindykatory; rodzaje badań.	2
Wy3	Analiza żywności: przykładowe ogólne procedury postępowania; procedury pobierania i przygotowania próbek do pomiaru – składniki mineralne, pierwiastki, składniki organiczne, mikroorganizmy; metody analizy i kontroli żywności; aspekty prawne - normy; specjacja; żywność transgeniczna i jej analiza – testy i metody immunochemiczne; oznaczanie podstawowych składników żywności; pestycydy. Analiza reologiczna i sensoryczna.	2
Wy4	Analiza leków: badania wstępne i ogólne; metody chemiczne i fizyczne w analizie leków; materiały odniesienia i standardy; aspekty prawne – walidacja i harmonizacja; polimorfizm leków – transformacje i metody analizy form polimorficznych. Chiralność leków. Substancje ziołowe i ich analityka	2
Wy5	zaliczenie	1
	Suma godzin	<b>9</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Oznaczanie ortofosforanów rozpuszczonych w wodach powierzchniowych metodą kolorymetryczną lub oznaczanie związków polifenolowych w próbkach pochodzenia roślinnego.	4
La2	Analiza ilościowa substancji czynnych w wybranych preparatach farmaceutycznych.	4
La3	Oznaczanie kofeiny w wybranych używkach.	4
La4	Estry metylowe kwasów tłuszczowych. Analiza triglicerydów.	4
La5	Oznaczenie makroskładników w materiałach konstrukcyjnych metodą proszkowej rentgenografii (XRD)	4
La6	Mapowanie ramanowskie próbek środowiskowych.	4
La7	Identyfikacja zanieczyszczeń w próbkach leków i suplementów metodami spektroskopii FT-IR i Ramana	4
La8	Badanie przemian fazowych próbek metalicznych z wykorzystaniem różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC).	4
La9	Analiza peptydów techniką chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS).	4
Suma godzin:		<b>36</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład informacyjny N2. Wykład problemowy N3. Wykonanie ilościowych oznaczeń analitycznych N4. Przygotowanie sprawozdania N5. Przygotowanie referatu N6. Konsultacje

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU_W01- PEU_W05	Egzamin końcowy; egzamin pisemny
P (laboratorium)	PEU_U01 - PEU_U04 PEU_K01 - PEU_K03	Zaliczenie– ocena: średnia arytmetyczna z ocen za wykonane ćwiczeń i sprawozdania

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Jankiewicz M, Kędzior, Metody pomiarów i kontrola jakości w przemyśle spożywczym i biotechnologii, WAR Poznań 2003</p> <p>[2] Watson D.G., Pharmaceutical Analysis. Elsevier 2012</p> <p>[3] Dojlido J, Dożańska W, Hermanowicz W, Koziorowski B, Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków, Wydawnictwo Arkady, 1999</p> <p>[4] Dojlido J, Instrumentalne metody badania wody i ścieków, Wydawnictwo Arkady, 2010</p>

- [5] Wybrane metody analizy żywności. Oznaczenie podstawowych składników, substancji dodatkowych i zanieczyszczeń, M. Małecka red., Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, 2010
- [6] Spectral Methods in Food Analysis Instrumentation and Applications. Edited by Magdi M. Mossoba, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Food and Drug Administration Washington, D.C.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Namieśnik J., Łukasiak J., Jamrógiwicz Z.: Pobieranie próbek środowiskowych do analizy. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995;
- [2] Namieśnik J., Jamrógiwicz Z., Pilarczyk M., Torres L.: Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000
- [3] Andrews JE, Brimblecombe P, Jickells TP, Liss PS, Wprowadzenie do chemii środowiska. WNT, Warszawa 1999;
- [4] O'Neill P, Chemia środowiska. Wyd. PWN Warszawa-Wrocław 1998
- [5] Zejca A., Gorczyca M., Chemia leków. PZWL - Wydawnictwo Lekarskie 2004.
- [6] Baryłko-Pikielna N, Matuszewska I, Sensoryczne badania żywności. Podstawy - Metody – Zastosowania, Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, 2009

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT  
(imię, nazwisko, adres e-mail)**

dr inż. Anna Leśniewicz, [anna.lesniewicz@pwr.edu.pl](mailto:anna.lesniewicz@pwr.edu.pl)



Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> ... Analiza specjacyjna i frakcjonowana pierwiastków w środowisku.....</p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Speciation and fractionation analysis of elements in the environment</p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> ...Chemia.....</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana</p> <p><b>Poziom studiów:</b> I / II stopień / <b>jednolite studia magisterskie*</b></p> <p><b>Forma studiów:</b> <b>stacjonarna /niestacjonarna*</b></p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> <b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*</b></p> <p><b>Język wykładowy:</b> <b>polski/angielski*</b></p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025</p> <p><b>Kod przedmiotu:</b> W03CHE-NM1818W</p> <p><b>Grupa kursów</b> <b>TAK / NIE*</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>2</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,78				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość podstaw chemii analitycznej.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie zagadnień i pojęć dotyczących roli pierwiastków w oparciu o specjację i frakcjonowanie.

- C2 Nabycie wiedzy związanej z analizą próbek pod kątem analizy specjacyjnej i frakcjonowanej, tj. sposobów pobierania i przygotowania próbek, metod i technik rozdzielania i oznaczania różnych form/frakcji pierwiastków.
- C3 Zapoznanie ze specjacją/frakcjonowaniem wybranych pierwiastków w środowisku.
- C4 Wykształcenie świadomości o roli, potrzebie i zastosowaniu specjacji (frakcjonowania) pierwiastków we współczesnym świecie.
- C5 Zaznajomienie z właściwą metodologią postępowania w analizie specjacyjnej i frakcjonowanej pierwiastków w różnego rodzaju próbkach.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 – Student zna podstawowe pojęcia związane ze specjacją/analizą specjacyjną oraz frakcjonowaniem/analizą frakcjonowaną pierwiastków.
- PEU\_W02 – Student zna sposoby pobierania, przechowywania oraz przygotowania próbek w analizie specjacyjnej i frakcjonowanej.
- PEU\_W03 – Student zna sposoby frakcjonowania pierwiastków, w tym procedury ekstrakcji sekwencyjnej.
- PEU\_W04 – Student zna problematykę specjacji pierwiastków w środowisku wodnym.
- PEU\_W05 – Student zna metody i techniki stosowane do rozdzielania poszczególnych form/frakcji pierwiastków (specjacja fizyczna i chemiczna) oraz ich detekcji.
- PEU\_W06 – Student zna techniki nie-chromatograficznego rozdzielania form pierwiastka.
- PEU\_W07 – Student ma wiedzę nt. specjacji popularnych pierwiastków obecnych w środowisku, np. As, Hg, Se.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do analizy specjacyjnej i frakcjonowanej pierwiastków – podstawowe pojęcia i definicje, rola i znaczenie specjacji (frakcjonowania).	2
Wy2	Pobieranie próbek w analizie specjacyjnej i frakcjonowanej – zasady poboru próbek, podstawowe operacje dla danego rodzaju próbek i celu przeprowadzenia analizy.	2
Wy3	Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy specjacyjnej (frakcjonowanej) – wprowadzenie (trwałość indywidualów chemicznych, wstępne przygotowanie próbek i przechowywanie próbek, podstawowe operacje przygotowania próbek wód, powietrza, gleb oraz próbek biologicznych).	2
Wy4	Analiza frakcjonowana pierwiastków w glebie/osadach i powietrzu – rola frakcjonowania, rodzaje i metody wyodrębniania poszczególnych frakcji metali, procedury ekstrakcji sekwencyjnej w praktyce.	2
Wy5	Specjacja pierwiastków w wodzie – od przygotowanie próbek wody do analizy frakcjonowanej (specjacji fizycznej) (omówienie i zapoznanie z aspektami dotyczącymi przygotowania próbek wody)	2
Wy6	Przegląd metod i technik stosowanych do rozdzielania form/frakcji pierwiastków (m.in. ekstrakcyjnych, chromatograficznych) oraz ich detekcji (metody spektroskopowe); rola technik sprzężonych.	2

Wy7	Nie-chromatograficzna analiza specjacyjna – procedury oznaczania form wybranych pierwiastków bez udziału chromatograficznego rozdzielania (udział techniki chemicznego generowania połączeń (CVG) w analizie specjacyjnej).	2
Wy8	Specjacja/frakcjonowanie wybranych pierwiastków w środowisku.	2
Wy9	Specjacja/frakcjonowanie wybranych pierwiastków w środowisku.	2
	Suma godzin	<b>18</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład informacyjny/problemowy połączony z prezentacją multimedialną.  
 N2. Przygotowanie prezentacji multimedialnej.  
 N3. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU_W01 – PEU_W07	przygotowanie prezentacji multimedialnej na wybrany temat poświęcony przedmiotowi wykładu

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] D. Barańkiewicz, E. Bulska, Specjacja chemiczna – Problemy i możliwości, Wydawnictwo Malamut, Warszawa 2009.
- [2] R. Cornelis, H. Crews, J. Caruso, K. Heumann, Handbook of Elemental Speciation I: Techniques and Methodology, John Wiley and Sons, 2003.
- [3] R. Cornelis, H. Crews, J. Caruso, K. Heumann, Handbook of Elemental Speciation II: Species in the Environment, Food, Medicine and Occupational Health, John Wiley and Sons, 2003.
- [4] L. Ebdon, L. Pitts, R. Cornelis, H. Crews, O.F.X. Donard, P. Quevauviller, Trace Element Speciation for Environment, Food and Health, RSC.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Z. Mester, R. Sturgeon, Comprehensive Analytical Chemistry, vol. Sample Preparation for Trace Element Analysis, Elsevier, 2003.
- [2] M. Maj-Żurawska, K. Pyrzyńska, B. Wagner, A. Palińska-Saadi, Współczesna chemia analityczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022.

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

**dr hab. inż. Maja Welna, prof. uczelni (maja.welna@pwr.edu)**

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Biokatalizatory w syntezie  <b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Biocatalysts in the synthesis  <b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Kierunku Chemia  <b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana  <b>Poziom studiów:</b> II stopień  <b>Forma studiów:</b> niestacjonarna  <b>Rodzaj przedmiotu:</b> wybieralny  <b>Język wykładowy:</b> polski  <b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025  <b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1820W  <b>Grupa kursów</b> NIE</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>2</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,78				

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość chemii organicznej na poziomie I stopnia studiów</li> <li>2. Podstawowa wiedza z zakresu biologii</li> <li>3. Znajomość biochemii na podstawowym poziomie</li> </ol>
--

<p><b>CELE PRZEDMIOTU</b></p> <p>C1 Zapoznanie studentów z rodzajami biokatalizatorów (całe komórki, izolowane enzymy)</p>
--

C2 Zapoznanie ze sposobami regulacji aktywności enzymatycznych  
 C2 Nauczenie zasad doboru odpowiedniego biokatalizatora i optymalizacji warunków reakcji  
 C3 Poznanie zalet i wad stosowania biokatalizy  
 C4 Poznanie możliwości zastosowania reakcji biokatalizowanych w przemyśle

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01- Student zna sposoby regulacji aktywności biokatalitycznych

PEU\_W02- Student zna podstawowe zasady prowadzenia reakcji biokatalizowanych

PEU\_W03- - Student zna zasady doboru odpowiedniego biokatalizatora dla konkretnego procesu syntezy

PEU\_W04- ma podstawową wiedzę o wadach i zaletach biokatalizy

PEU\_W05- zna przykłady przemysłowych zastosowań biokatalizatorów

PEU\_W06- rozumie ekologiczne i ekonomiczne skutki stosowania biokatalizatorów w procesach na skalę przemysłową

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1,2	<b>Wprowadzenie.</b> Biokataliza jako element zielonej chemii. Rodzaje biokatalizatorów- całe komórki czy izolowane enzymy. Klasy enzymów, podstawowe informacje o mechanizmach reakcji. Wpływ czynników fizycznych i chemicznych na aktywność biokatalityczną.	4
Wy3,4,5	<b>Dobór odpowiedniego biokatalizatora.</b> Metody poszukiwania nowych biokatalizatorów- metody klasyczne, skryning metagenomu, metody bioinformatyczne. Modyfikacja aktywności biokatalizatora- immobilizacja, permeabilizacja. Wpływ warunków hodowli na aktywność biokatalizatora. Organizmy modelowe używane przemysłowo.	6
Wy6	<b>Dobór odpowiedniego środowiska reakcji.</b> Inżynieria środowiskowa- media niewodne, układy dwufazowe, układy micelarne. Inżynieria substratowa.	2
Wy7,8	<b>Zastosowania biokatalizatorów.</b> Wady i zalety stosowania biokatalizatorów cało-komórkowych i izolowanych enzymów. Biokatalityczne otrzymywanie użytecznych bloków budulcowych w tym związków chiralnych. Biokatalityczne sposoby syntezy produktów o znaczeniu przemysłowym np. wanilina, mentol.	4
Wy9	Ustne kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>18</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Wykład z prezentacją multimedialną  
N2. Praca własna studenta

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01- PEU_W06	Kolokwium ustne- prezentacja multimedialna połączona z dyskusją na prezentowany temat

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] RAMESH N. PATEL. GREEN BIOCATALYSIS, WILEY, 2016  
[2] K. FABER, BIOTRANSFORMATIONS IN ORGANIC CHEMISTRY, SPRINGER, 2012  
[3] HILTERHAUSE ET AL, APPLIED BIOCATALYSIS, WILEY-VCH, 2016

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] AKTUALNE PUBLIKACJE NAUKOWE

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

dr hab. inż. Małgorzata Brzezińska-Rodak,  
malgorzata.brzezinska-rodak@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p><b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Chemia Teoretyczna  <b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Theoretical Chemistry  <b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> ...Chemia.....  <b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> .....Chemia Stosowana.....  <b>Poziom studiów:</b> II stopień  <b>Forma studiów:</b> niestacjonarna  <b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy  <b>Język wykładowy:</b> polski  <b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025  <b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1804W, W03CHE-NM1804C, W03CHE-NM1804L  <b>Grupa kursów</b> NIE</p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18	9	18		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50	50		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	egzamin	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	2	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,78	0,42	0,84		

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Znajomość Analizy matematycznej i Algebry liniowej.</li> <li>Znajomość fizyki na poziomie kursu Fizyka 1 i Fizyka 2.</li> <li>Podstawowe umiejętności obsługi komputera.</li> </ol>
--

<p><b>CELE PRZEDMIOTU</b></p>
-------------------------------

C1 Celem kursu jest zapoznanie studentów z opisem układów molekularnych w ujęciu kwantowym.  
 C2 Zaznajomienie słuchaczy z podstawami chemii kwantowej, w tym standardowymi metodami obliczeniowymi chemii kwantowej, oraz podstawowymi przybliżeniami na których te metody są oparte.  
 C2 Nauczenie posługiwania się wybranymi programami do obliczeń kwantowo-chemicznych i interpretacji otrzymanych rezultatów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 - dysponuje wiedzą z zakresu podstaw mechaniki kwantowej (geneza i postulaty mechaniki kwantowej; proste układy modelowe: cząstka swobodna, cząstka w pudle potencjału, bariera potencjału i tunelowanie; rotator sztywny, atom wodoru) umożliwiającą rozumienie zasadniczych różnic w opisie klasycznym i kwantowym oraz rozumienie zjawisk i procesów fizycznych na poziomie mikroskopowym.

PEU\_W02 - dysponuje wiedzą z zakresu podstaw chemii kwantowej pozwalającą na interpretację i dokonywanie opisu procesów i właściwości fizykochemicznych na poziomie molekularnym.

...

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 - potrafi na poziomie podstawowym posługiwać się metodami matematycznymi w mechanice kwantowej i chemii kwantowej; posiada umiejętność matematycznego opisu oraz zdolność abstrakcyjnego rozumienia podstaw chemii kwantowej; potrafi właściwie interpretować postulaty mechaniki kwantowej i wyciągać z nich wnioski pozwalające na ich zastosowanie w opisie prostych układów modelowych; potrafi interpretować rozwiązania równania Schrodingera dla prostych układów modelowych oraz porównać opis klasyczny i kwantowy; potrafi omówić sens fizyczny i główne idee podstawowych przybliżeń leżących u podstaw metod obliczeniowych chemii kwantowej

PEU\_U02 - potrafi odnieść nabytą wiedzę z zakresu podstaw mechaniki kwantowej i chemii kwantowej do opanowanej wiedzy z zakresu fizyki, podstaw chemii fizycznej, chemii nieorganicznej i organicznej

PEU\_U03 – nabył kompetencje pozwalające używać wybranych programów do obliczeń kwantowo-chemicznych oraz w poprawny sposób analizować i interpretować otrzymane rezultaty

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 - dba o jakość i staranność wykonywanych zadań, m.in. o precyzję sformułowań oraz przejrzystość i porządek logiczny przedstawianych rozwiązań zadań i problemów oraz przedstawianego formalizmu i rozważań teoretycznych

PEU\_K02 - rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji i opinii dotyczących chemii kwantowej; potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Źródła teorii chemii w ujęciu kwantowym i historycznym.</b> Widmo ciała doskonale czarnego i stała Plancka, kwantowanie energii w odniesieniu do atomu wodoru, widmo dyskretne, koncepcja planetarnego atomu wodoru, orbity stacjonarne, rewolucja kwantowa, probabilistyczny model atomu wodoru, funkcje gęstości prawdopodobieństwa, historia obliczania energii cząsteczki wodoru – od funkcji Heitlera-Londona do funkcji	2



	Kołosa-Wolniewiczza, miejsce i zakres stosowania metod kwantowych we współczesnej chemii.	
Wy2	<b>Obrazowanie atomów i molekuł.</b> Cele eleganckiego przedstawiania modeli molekularnych, układ współrzędnych kartezjańskich a układ współrzędnych wewnętrznych, źródła informacji o długościach wiązań i kątach w cząsteczkach chemicznych, formaty zapisu współrzędnych dla potrzeb programów obliczeniowych chemii kwantowej, konstruowanie geometrii wybranych modeli cząsteczek chemicznych, wybrane programy do generowania obrazów molekuł.	2
Wy3	<b>Zasada nieoznaczoności. Modele atomu wodoru i atomów wodoropodobnych.</b> Źródło zasad nieoznaczoności, sformułowanie pędowo – położeniowe oraz czasowo – energetyczne zasady nieoznaczoności Heisenberga, tzw. eksperyment mikroskopowy, spektroskopowy wyraz zasady nieoznaczoności. Przedkwantowe wyobrażenia atomów, model Bohra i stany bezpromienne, funkcja falowa - własności i jej probabilistyczna interpretacja według Borna, normowanie, model probabilistyczny atomu wodoru, gęstość elektronowa w atomie wodoru, funkcja elektronowej dystrybucji radialnej, makroskopowe modele gęstości elektronowej.	2
Wy4	<b>Energia układu mikroskopowego w ujęciu kwantowym. Równanie Schrödingera – podstawowe narzędzie chemii kwantowej.</b> Klasyczny zapis energii całkowitej układu na przykładzie atomu wodoru, reguły Jordana zamiany zapisu energii kinetycznej i potencjalnej na zapis operatorowy, operatory Laplace'a i Hamiltona, konstrukcja hamiltonianów w prostokątnym układzie współrzędnych dla prostych układów kwantowych. Równanie Schrödingera zależne od czasu, Równanie Schrödingera niezależne od czasu, stany stacjonarne, stosunek Rayleigha jako wyrażenie na wartość średnią energii stanu stacjonarnego, wartości średnie innych operatorów kwantowo-mechanicznych.	2
Wy5	<b>Energia stanu podstawowego atomu wodoru i atomów wodoropodobnych.</b> Schemat procedury: przybliżenie nieruchomego jądra, wybór próbnej funkcji falowej, działanie hamiltonianu na funkcję falową w prostokątnym układzie współrzędnych, zmiana prostokątnego układu współrzędnych na sferyczny, jacobian przekształcenia, zastosowanie całki potrójnej do obliczenia postaci funkcjonału energii, minimalizacja wartości funkcjonału, funkcja Gaussa, jako przykład przybliżonej funkcji falowej stanu stacjonarnego atomu wodoru.	2
Wy6	<b>Orbitale atomowe i molekularne.</b> Postacie matematyczne orbitali wzbudzonych atomu wodoru i wodoropodobnych, obrazowanie części kątowych orbitali, hybrydyzacja jako jednocentrowa kombinacja liniowa orbitali atomowych, dwucentrowa kombinacja liniowa orbitali s i p, jako model wiązań sigma i pi.	2
Wy7	<b>Wstęp do obliczeniowych metod chemii kwantowej.</b> Podstawy teoretyczne półempirycznych metod chemii kwantowej, zakres przybliżeń, przybliżenie jednoelektronowe, baza funkcyjna orbitali atomowych, funkcje typu Slatera, zarys metody Hartree-Focka, pole samouzgodnione.	2
Wy8	<b>Zarys zaawansowanych metod chemii kwantowej.</b> Korelacja elektronowa, warianty metody mieszania konfiguracji, metody obliczeniowe ab initio, bazy funkcyjne, aproksymacje orbitali Slatera za pomocą funkcji Gaussa, omówienie zarysu metody funkcjonału gęstości, praktyczne realizacje obliczeń metodą DFT, program GAUSSIAN	2
Wy9	<b>Kolokwium zaliczeniowe</b>	2
	Suma godzin	<b>18</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Sposób prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. Problemy interpretacyjne mechaniki klasycznej i narodziny teorii kwantowych.	2
Ćw2	Rozwiązywanie prostych zagadnień kwantowo-mechanicznych: studnia potencjału i cząstka w pudle. Elementy spektroskopii.	2
Ćw3	Badanie energetycznych i elektronowych właściwości cząsteczek.	2
Ćw4	Obliczenia energii oddziaływań molekularnych. Rozkład ładunków, moment dipolowy i polaryzowalność.	2
Ćw5	<b>Kolokwium zaliczeniowe</b>	1
	Suma godzin	9

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Organizacja laboratorium komputerowego i centrum obliczeniowego. Dystrybucja kont i podstawowe informacje o systemach. Elementy systemu UNIX	4
La2	Struktura programu Gaussian, struktura pliku wsadowego i wynikowego. System kolejkowy. Konstrukcja geometrii cząsteczek – Macierz-Z. Obliczanie energii molekuł.	4
La3	Program graficzny – Molden. Optymalizacji struktury cząsteczki. Częstości, funkcje termodynamiczne i widma wibracyjne. Energetyka reakcji chemicznej.	4
La4	Ciepło reakcji, energia tworzenia, rozkład ładunków. Stan przejściowy, oddziaływania molekularne.	4
La5	Projekt zaliczeniowy	2
	Suma godzin	18

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład z prezentacją multimedialną.
N2. Wykorzystanie dostępnego oprogramowania kwantowo-chemicznego.
N3. Opracowanie projektu zaliczeniowego.

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P	PEU_W01, PEU_W02	Egzamin końcowy
F2	PEU_U01, PEU_U02 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
F3	PEU_U03 PEU_K02	Projekt zaliczeniowy

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] L. Piel, Ideas of Quantum Mechanics
- [2] A. Kaczmarek-Kędziera, M. Ziegler-Borowska, D. Kędziera "Chemia obliczeniowa w laboratorium organicznym" Wydawnictwo Naukowe Mikołaja Kopernika
- [3] James B. Foresman and Aileen Frish "Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods: A Guide to Using Gaussian" Gaussian, Inc
- [4] W. Kołos, Chemia kwantowa
- [5] A. Gołębiewski, Elementy mechaniki i chemii kwantowej

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] D. Heermann "Podstawy symulacji komputerowych w fizyce",
- [2] I. N. Levine "Quantum chemistry"
- [3] C.J. Cramer "Essentials of Computational Chemistry"

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT**

(Wojciech Bartkowiak, [Wojciech.bartkowiak@pwr.edu.pl](mailto:Wojciech.bartkowiak@pwr.edu.pl))  
dr Paweł Lipkowski, [pawel.lipkowski@pwr.edu.pl](mailto:pawel.lipkowski@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 4 do programu studiów

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	Krystalochemia
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Crystallochemistry
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	CHEMIA
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	CHEMIA STOSOWANA
<b>Poziom studiów:</b>	I/II stopień / jednolite studia magisterskie*
<b>Forma studiów:</b>	stacjonarna / niestacjonarna*
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
<b>Język wykładowy:</b>	polski/angielski*
<b>Cykl kształcenia od:</b>	2024/2025
<b>Kod przedmiotu</b>	W03CHE-NM1814W, W03CHE-NM1814C
<b>Grupa kursów</b>	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9	9			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25	25			
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	zaliczenie	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39	0,42			

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Znajomość chemii organicznej, nieorganicznej oraz chemii materiałów na poziomie studiów I stopnia
2. Znajomość geometrii analitycznej i teorii grup na poziomie podstawowym

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studenta z krystalografią na poziomie podstawowym.
C3	Zapoznanie studenta z elementami symetrii, układami krystalograficznymi, oraz z zasadami tworzenia krystalograficznych grup punktowych i przestrzennych.

C2	Zrozumienie oddziaływań międzycząsteczkowych w kontekście organizacji cząsteczek w ciele stałym.
C4	Zapoznanie studenta z podstawowymi strukturami krystalicznymi.
C5	Zapoznanie studenta z podstawami rentgenowskiej analizy strukturalnej.
C6	Umiejętność przeszukiwania Bazy Danych Strukturalnych Cambridge (CSD) i prowadzenia badań strukturalnych za pomocą CSD Cambridge.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Student zna podstawowe pojęcia i koncepcję kryształu i sieci krystalicznej  
 PEU\_W02 Student zna podstawowe oddziaływania międzycząsteczkowe i rozumie ich charakter.  
 PEU\_W03 – Student zna mikroskopowe i makroskopowe elementy symetrii w kryształach i rozumie ich kombinacje.  
 PEU\_W04 – Student zna krystalograficzne grupy punktowe i rozumie krystalograficzne grupy przestrzenne.  
 PEU\_W05 – Student zna podstawowe struktury pierwiastków i prostych związków chemicznych.  
 PEU\_W06 – Student zna teorię Bragga-Wulfa i poznał zasady krystalografii rentgenowskiej.  
 PEU\_W07 – Student rozumie co to jest czynnik struktury i zna zasady systematycznego wygaszania refleksów.  
 PEU\_W08 – Student zna podstawowe krystalograficzne bazy danych i narzędzia informatyczne.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Student umie się posługiwać zasobami Bazy Danych Strukturalnych Cambridge i podstawowymi programami krystalograficznymi.  
 PEU\_U02 Student potrafi określić indeksy Milera.  
 PEU\_U03 Student potrafi odczytać informacje zawarte w symbolu grupy przestrzennej.  
 PEU\_U04 Student potrafi odróżnić centro-symetryczne od nie centro-symetrycznych grup przestrzennych.  
 PEU\_U05 – Student potrafi posługiwać się Tablicami Krystalograficznymi (International Crystallographic Tables)  
 PEU\_U06 – Student potrafi wykorzystać do analizy wyników badań rentgenograficznych programy komputerowe takie jak Mercury, QualX, SHAPE, itp.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Dostrzeganie i rozpoznawanie własnych ograniczeń oraz dokonywanie samooceny deficytów i potrzeb edukacyjnych  
 PEU\_K02 Korzystanie z obiektywnych źródeł informacji  
 PEU\_K03 Formułowanie wniosków na podstawie własnych spostrzeżeń i obserwacji  
 PEU\_K04 Wdrażanie zasad współpracy w grupie i doskonalenie umiejętności współpracy zawodowej.  
 PEU\_K05 Formułowanie opinii dotyczących różnych aspektów działalności zawodowej.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Przedmiot kursu krystalografia.</b> Podstawowe pojęcia i koncepcje. Krystalochemia. Krystalografia geometryczna; krystalografia fizyczna;	1

	krystalografia optyczna; krystalografia strukturalna; krystalografia dyfrakcyjna. Alotropia. Polimorfizm.	
Wy2	<b>Teoria sieciowa.</b> Sieć prosta, sieć złożona. Komórka elementarna. Wskaźniki węzłów sieci; symbole prostej sieciowej i płaszczyzny węzłowej. Prawo pasowe. Układy krystalograficzne. Typy komórek elementarnych. Trójosiowy i czteroosiowy układ współrzędnych w układzie heksagonalnym. Sieć odwrotna.	1
Wy3	<b>Symetria: operacje symetrii, elementy symetrii.</b> Symetria zbiorów skończonych. Makroskopowe elementy symetrii: osie zwykłe, osie inwersyjne, środek symetrii, płaszczyzna zwierciadlana; symbole międzynarodowe i graficzne.	1
Wy4	<b>Symetria: operacje symetrii, elementy symetrii.</b> Symetria zbiorów nieskończonych. Strukturalne elementy symetrii: osie śrubowe i płaszczyzny poślizgu; symbole międzynarodowe i graficzne.	1
Wy5	<b>Krystalograficzne grupy punktowe.</b> Projektowanie elementów symetrii. Rzuty stereograficzne. Kombinacje elementów symetrii; zasady tworzenia międzynarodowych krystalograficznych klas symetrii.	1
Wy6	<b>Krystalograficzne grupy przestrzenne.</b> Kombinacje elementów symetrii. Składanie osi i płaszczyzn z translacją. Jedno, dwu- i trójwymiarowe sieci. Pozycje ogólne i pozycje szczególne. Symbole międzynarodowe. Interpretacja informacji z Międzynarodowych Tablic Krystalograficznych.	1
Wy7	<b>Kryształ w kontekście organizacji i energii sieci.</b> Wiązanie chemiczne. Oddziaływanie międzycząsteczkowe.	1
Wy8	<b>Metody otrzymywania monokryształów i defekty sieci krystalicznej.</b> Wzrost kryształów z roztworów. Wzrost kryształów z fazy gazowej. Krystalizacja ze stopów. Epitaksja i metody epitaksji. Defekty liniowe, punktowe, powierzchniowe, objętościowe i mieszane.	1
Wy 9	<b>Krystalografia rentgenowska.</b> Dyfrakcja promieni rentgenowskich. Teoria Lauego. Teoria Bragga-Wulfa. Wskaźniki refleksów. Natężenie rentgenowskich refleksów dyfrakcyjnych. Wygaszania systematyczne	1
	Suma godzin	<b>9</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wskaźnikowanie kierunków i płaszczyzn krystalograficznych. Prawo pasowe metoda geometryczna i algebraiczna.	1
Ćw2	Symbole kierunków i płaszczyzn w układzie heksagonalnym - czterowskaźnikowe symbole.	1
Ćw3	Operacje symetrii. Macierzowe przedstawienie przekształceń symetrycznych.	1
Ćw4	Działanie elementów symetrii i ich kombinacji.	1
Ćw5	Składanie elementów symetrii.	1
Ćw6	Projekcje stereograficzne elementów symetrii. Grupy punktowe. Rzuty stereograficzne postaci kryształów.	1
Ćw7	Proste i złożone sieci dwu- i trójwymiarowe. Symetria sieci płaskich. Dwuwymiarowe grupy przestrzenne.	1
Ćw8	Symetria sieci trójwymiarowych. Trójwymiarowe grupy przestrzenne. Korzystanie z Tablic Międzynarodowych Grup Przestrzennych.	1

Ćw9	Krystalograficzne Bazy Danych. Korzystanie z krystalograficznych baz danych: związków organicznych (CSD), związków nieorganicznych (ICSD), związków biologicznych (PDB). Programy wykorzystywane w badaniach i analizie struktur krystalicznych. Podstawowe programy wykorzystywane w badaniach strukturalnych monokryształów, wizualizacji i analizie parametrów geometrycznych.	1
	Suma godzin	<b>9</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna  
 N2. Rozwiązywanie zadań  
 N3. Karty pracy  
 N4. Komputer / program komputerowy /modelowanie / projektowanie / programowanie

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P(wykład)	PEU_W01 - PEU_W08	Zaliczenie
F1(ćwiczenia)	PEU_U01 - PEU_U06 PEU_K01- PEU_K05	praca zaliczeniowa
F2(ćwiczenia)	PEU_U01 - PEU_U06	kolokwium
P(ćwiczenia) = (F1 + F2)/2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Z. Trzaska Durski i H. Trzaska Durska, Podstawy Krystalografii, PANalytical, Warszawa 2003.  
 [2] Z. Trzaska Durski i H. Trzaska Durska, Podstawy Krystalografii strukturalnej i rentgenografii, PWN, Warszawa, 1994.  
 [3] Z. Bojarski, M Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, Krystalografia, PWN, Warszawa 1996.  
 [4] Z. Kosturkiewicz, Metody krystalografii, Wydawnictwo naukowe UAM, 2000.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] W. Massa, Crystal Structure Determination, Springer, Berlin, 2004.  
 [2] J. Glusker and K. Trueblood, Crystal Structure Analysis, Oxford Science Publication, 2010

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

dr hab. Rafał Petrus, [rafal.petrus@pwr.edu.pl](mailto:rafal.petrus@pwr.edu.pl)

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> ...Leki biotechnologiczne.....</p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> ...Biotechnological drugs.....</p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia.....</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> ... Chemia stosowana .....</p> <p><b>Poziom studiów:</b> II stopień</p> <p><b>Forma studiów:</b> niestacjonarna</p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> wybieralny</p> <p><b>Język wykładowy:</b> polski</p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1821W</p> <p><b>Grupa kursów</b> NIE*</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>2</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,78				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu budowy peptydów, białek i kwasów nukleinowych
2. Posiada umiejętność wyszukiwania informacji naukowych w czasopismach.
3. Posiada umiejętność pracy w grupie.
4. Posiada umiejętność korzystania z narzędzi pracy na odległość

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobyć informacji na temat możliwości otrzymywania tzw. leków biologicznych
- C2 Wskazanie powiązań metod otrzymywania leków biologicznych, a możliwościami terapeutycznymi



Załącznik nr 4 do programu studiów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna sposoby wytwarzania leków na drodze transformacji genetycznych

PEU\_W02 Zna najważniejsze rodzaje leków biologicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi wskazać najważniejsze zastosowania leków biologicznych

PEU\_U02 Potrafi posługiwać się w mowie i piśmie słownictwem z zakresu inżynierii genetycznej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – Rozumie znaczenie poszukiwań nowych leków

PEU\_K02 – Umie krytycznie ocenić swoją wiedzę i umiejętności w kontekście planowania badań naukowych i oceny ich wyników.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Leki biotechnologiczne- charakterystyka i sposoby uzyskiwania	4
Wy2	Typy biofarmaceutyków I i II generacji	4
Wy3	Przeciwciała jako biofarmceutyki	2
Wy4	Typy szczepionek i możliwości ich uzyskiwania	2
Wy5	Kierunki modyfikacji szczepionek. Etapy wprowadzania na rynek	2
Wy6	Rośliny jako źródło biofarmaceutyków.	2
Wy7	Podsumowanie najważniejszych zagadnień i zaliczenie kursu.	2
	Suma godzin	<b>18</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Prezentacje multimedialnych na wykładzie.

N2. Pokazy filmowe.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1	PEU_W01-PEU_W02 PEU_U01-PEU_U02 PEU_K01-PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe
P Ocena z kolokwium		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] Oliver Kayser-Podstawy biotechnologii farmaceutycznej-Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2006

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] J. Buchowicz-Biotechnologia molekularna-modyfikacje genetyczne,postępy, problemy, PWN, 2009.

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**Dr hab. Irena Maliszewska  
irena.helena.maliszewska@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	Metody elektroanalityczne
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Electroanalytical methods
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Chemia
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Chemia stosowana
<b>Poziom studiów:</b>	<b>II stopień</b>
<b>Forma studiów:</b>	<b>niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Język wykładowy:</b>	<b>polski</b>
<b>Cykl kształcenia od:</b>	2024/25
<b>Kod przedmiotu</b>	W03CHE-NM1806W, W03CHE-NM1806L
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	<b>Wykład</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>Laboratorium</b>	<b>Projekt</b>	<b>Seminarium</b>
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9		18		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39		0,84		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość chemii fizycznej w zakresie elektrochemii

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Pogłębienie wiedzy o procesach elektrochemicznych  
 C2 Zapoznanie studenta z podstawowymi technikami elektroanalitycznymi  
 C3 Współpraca w grupie

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada rozszerzoną wiedzę na temat elektrochemicznych metod pomiarowych.

PEU\_W02 Zna zasady działania odpowiednich urządzeń oraz zastosowania technik elektrochemicznych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Student potrafi dobrać i wykorzystać odpowiednie metody i techniki elektroanalityczne konieczne do wyjaśnienia postawionego problemu.

PEU\_U02 Student umie oznaczać zawartości substancji w roztworach metodami elektrochemicznymi.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Student jest gotów odpowiedzialnie współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze.

PEU\_K02 – potrafi pracować w grupie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie podstawowych pojęć z zakresu elektrochemii. Metody konduktometryczne i potencjometryczne. Miareczkowanie konduktometryczne i potencjometryczne. PHmetria. Elektrody jonoselektywne.	3
Wy2	Polarografia i woltamperometria. Metody stało i zmiennoprądowe. Metody inwersyjne. Zastosowania metod woltamperometrycznych w analityce Elektrody modyfikowane chemicznie	3
Wy3	Amperometria. Rodzaje miareczkowań amperometrycznych. Kulometria. Kulometria potencjostatyczna i amperostatyczna. Elektrogravimetria i elektrografia	2
Wy4	Sprawdzian wiadomości	1
	Suma godzin	<b>9</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Miareczkowanie konduktometryczne	3
La2	Miareczkowanie potencjometryczne	3
La3	Amperometria	
La4	Preparatyka elektrod jonoselektywnych	3
La5	Stripping woltamperometryczny	3
La6	Woltamperometria cykliczna	3
	Suma godzin	18

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Wykonywanie zadań w laboratorium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01	Sprawdzian końcowy
F1-F6 (laboratorium)	PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena sprawozdania
P (laboratorium)		Średnia ocen ze sprawozdań

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Cygański, Podstawy metod elektroanalizy, WNT 1999.
- [2] A. Kiswa, Elektrochemia. Jonika, WNT, 2000.
- [3] A. Kiswa, Elektrochemia. Elektrodyka, WNT, 2001.
- [4] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t I, PWN, 2007.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Electroanalytical methods, Ed. F. Scholz, Springer 2002
- [2] R. Holze, Experimental Electrochemistry, Wiley-VCh, 2009

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię,  
nazwisko, adres e-mail)**

**dr inż. Tomasz Misiaszek, tomasz.misiaszek@pwr.edu.pl**

Załącznik nr 4 do programu studiów

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody instrumentalne w analizie chemicznej</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Instrumental methods in chemical analysis</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia Stosowana</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I/ II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*</b>	
<b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1803W, W03CHE-NM10803L	
<b>Grupa kursów</b> NIE	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9		27		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,39		1,26		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość podstaw chemii nieorganicznej
2. Znajomość analizy matematycznej i algebry z geometrią
3. Znajomość podstaw fizyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z podstawową terminologią analityczną  
C2 Poznanie technik pomiarowych

C3 Uzyskanie wiedzy o aparaturze pomiarowej  
 C4 Nauczenie wyboru właściwej metody pomiarowej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – zna podstawowe pojęcia analityczne

PEU\_W02 – potrafi wybrać odpowiednią technikę analityczną

PEU\_W03 – umie ocenić zakres stosowalności metody pomiarowej

PEU\_W04 – ma podstawową wiedzę z optyki, spektroskopii i elektrochemii

PEU\_W05 – umie opisać jakościowo i ilościowo procesy fizykochemiczne

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – potrafi praktycznie posługiwać się przyrządami pomiarowymi

PEU\_U02 – umie sporządzić roztwory wzorcowe w wymaganym zakresie stężeń

PEU\_U03 – potrafi samodzielnie wykonać pomiar

PEU\_U04 – umie wykonać obliczenia, wykresy i dokonać analizy błędów

PEU\_U05 – potrafi sporządzać sprawozdania z wykonywanych doświadczeń

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – potrafi pracować w grupie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Wprowadzenie.</b> Wymagania dotyczące zaliczenia kursu. Sygnał i szum. Statystyczne metody w chemii analitycznej: błędy, przedziały ufności, rozstęp, regresja i korelacja.	2
Wy2	<b>Wstęp do pomiarów.</b> Aparatura pomiarowa. Opracowanie danych: zapis wyników, wykresy i tabele. Dokładność i przegląd metod pomiarowych: metoda krzywej wzorcowej, metoda dodawania wzorca, metoda wielokrotnych dodatków wzorca, metoda porównania z wzorcem, metoda wzorca wewnętrznego. Przegląd technik analitycznych.	2
Wy3	<b>Podstawy optyki i podzespoły optyczne.</b> Podstawowe prawa optyczne. Optyka geometryczna i falowa. Przyrządy optyczne: źródła światła, detektory, polaryzatory, lustra, soczewki. Konstrukcja podstawowych przyrządów optycznych: interferometr, polarymetr, refraktometr. <b>Metody optyczne.</b> Zasada pomiarów optycznych. Oddziaływanie światła z materią. Wpływ rodzaju materiału i stężenia substancji na stan fali świetlnej. Interpretacja wyników pomiarowych.	2
Wy4	<b>Absorpcjometria, luminescencja i fotometria płomieniowa.</b> Zastosowania spektroskopii. Typy i budowa spektrofotometrów. Metody absorpcyjne i emisyjne. Wprowadzenie do wybranych, innych metod analitycznych.	2
Wy5	Powtórzenie materiału i kolokwium	1
	Suma godzin	9

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sposób prowadzenia laboratorium. Rozmieszczenie stanowisk. Szkolenie BHP. Wymagania dotyczące zaliczenia kursu.	2

La2	Absorpcjometria	3
La3	Miareczkowanie fotometryczne	3
La4	Fotometryczna analiza śladowa	3
La5	Interferometria	3
La6	Refraktometria Abbego	3
La7	Polarymetria	3
La8	Luminescencja	3
La9	Fotometria płomieniowa	3
La10	Powtórzenie materiału, sprawdzenie wiedzy i zaliczenie kursu	1
	Suma godzin	27

#### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład z prezentacją multimedialną  
 N2. Wykonanie doświadczenia  
 N3. Przygotowanie sprawozdania

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca, P – podsumowująca)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F (wykład)	PEU_W01 – PEU_W05	Kolokwium końcowe
F2 (laboratorium)	PEU_W01 – PEU_W05	Kartkówka
F2 (laboratorium)	PEU_U01 – PEU_U05 PEU_K01	Sprawozdanie
P (laboratorium) = (F1+F2)/2		

#### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Komorowski L. Olszowski A. ed. nauk. *Chemia fizyczna Tom 4. Laboratorium fizykochemiczne*. PWN 2018, Warszawa  
 [2] Ewing G. W. *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, PWN, 1980, Warszawa  
 [3] Szyszko E. *Instrumentalne metody analityczne*, PZWL 1982, Warszawa  
 [4] Cygański A. *Metody spektroskopowe w chemii analitycznej*, WNT 2002, Warszawa.  
 [5] Cygański A. *Metody elektroanalityczne*, WNT 1995, Warszawa

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Szmaj Z., Lipiec T. *Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej*, PZWL 1997, Warszawa  
 [2] Minczewski J., Marczenko Z. *Chemia analityczna, tom 3, Analiza instrumentalna*, PWN 1985, Warszawa  
 [3] Szczepaniak W. *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, PWN 2004, Warszawa

##### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Prof. Stanisław Bartkiewicz, [stanislaw.bartkiewicz@pwr.edu.pl](mailto:stanislaw.bartkiewicz@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b> Metody spektrometryczne i ich zastosowanie</p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b> Spectrometric Methods and their applications</p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana</p> <p><b>Poziom studiów:</b> II stopień</p> <p><b>Forma studiów:</b> niestacjonarna</p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy</p> <p><b>Język wykładowy:</b> polski</p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025</p> <p><b>Kod przedmiotu:</b> W03CHE-NM1809W, W03CHE-NM1809L</p> <p><b>Grupa kursów:</b> NIE</p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9		27		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>2</b>		<b>3</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39		1,26		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza dotycząca budowy atomu i cząsteczki.
2. Wiedza dotycząca podstaw chemii analitycznej, fizycznej i nieorganicznej.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z teoretycznymi podstawami spektroskopowych metod instrumentalnych
- C2 Poznanie sposobów przygotowania próbek do analizy metodami spektrometrycznymi
- C3 Poznanie specyfiki wybranych metod analitycznej spektrometrii atomowej (absorpcyjnej, emisyjnej i mas)
- C4 Zapoznanie studentów z możliwościami praktycznego wykorzystania metod spektrometrycznych w analizie pierwiastkowej próbek o różnym stopniu złożenia matrycy



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – student zna podstawy metod spektrometrycznych i ich praktycznego wykorzystania

PEU\_W02 – student wie, co to jest kalibracja oraz zna klasyfikację technik kalibracyjnych

PEU\_W03 – student ma wiedzę dotyczącą możliwości przeprowadzenia analizy pierwiastkowej różnego rodzaju próbek metodami spektroskopowymi

PEU\_W04 – zna podstawowe parametry plazmy

PEU\_W05 – zna sposoby redukcji interferencji występujących podczas analiz pierwiastkowych złożonych próbek

PEU\_W06 – ma wiedzę na temat technik sprzężonych stosowanych w analizie śladowej

PEU\_W07 – ma wiedzę na temat nowoczesnej aparatury pomiarowej

### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – student potrafi przygotować próbki do analiz pierwiastkowych metodami spektrometrycznymi

PEU\_U02 – student potrafi wyznaczyć parametry charakteryzujące metodę analityczną

PEU\_U03 – student potrafi wykorzystać metodę atomowej spektrometrii absorpcyjnej w analizie próbek rzeczywistych

PEU\_U04 – student potrafi wykonać analizę wielopierwiastkową próbki metodą optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą indukcyjnie sprzężoną

PEU\_U05 – student potrafi wykonać analizę wielopierwiastkową próbki metodą spektrometrii mas z plazmą indukcyjnie sprzężoną

PEU\_U06 – student potrafi wykonać analizę składników próbki metodą spektrofotometrii UV-Vis

PEU\_U07 – student potrafi dokonać analizy i oceny interferencji i efektów matrycowych występujących w danej technice analitycznej

PEU\_U08 – student umie zaplanować i przedstawić proces analizy pierwiastkowej próbki z wykorzystaniem wybranej metody spektrometrycznej

### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – student potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU\_K02 – student rozumie potrzebę dalszego szkolenia i zdobywania wiedzy zawodowej

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Idea oznaczeń ilościowych spektroskopowymi metodami instrumentalnymi.	1
Wy2	Kalibracja metod instrumentalnych.	1
Wy3	Atomowa spektrometria absorpcyjna (AAS).	1
Wy4	Optyczna spektrometria emisyjna z plazmą indukcyjnie sprzężoną (ICP OES).	1
Wy5	Spektrometria mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS).	1
Wy6	Atomowa spektrometria fluorescencyjna (AFS).	1
Wy7	Techniki sprzężone.	1
Wy8	Spektrofotometria UV-Vis.	1
Wy9	Podsumowanie materiału.	1
	Suma godzin	<b>9</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Przygotowanie próbek do pomiarów spektrometrycznych cz. I.	3
La2	Przygotowanie próbek do pomiarów spektrometrycznych cz. II.	3
La3	Atomowa spektrometria absorpcyjna z atomizacją w płomieniu (FAAS).	3
La4	Optyczna spektrometria emisyjna z plazmą indukcyjnie sprzężoną (ICP OES).	3

La5	Spektrometria mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS).	3
La6	Opracowanie i analiza wyników (ćw. 1-6).	3
La7	Spektrofluorymetria.	3
La8	Spektrofotometria UV-Vis.	3
La9	Wykorzystanie metody OES ze wzbudzeniem w mikroplazmie do oznaczania Ca, K, Mg i Na w wodach.	3
	Suma godzin	<b>27</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacją multimedialną.  
 N2. Wykład problemowy.  
 N3. Wykład informacyjny.  
 N4. Wykonanie analiz chemicznych.  
 N4. Wykonanie pomiarów instrumentalnych z wykorzystaniem oprogramowania właściwego dla danego urządzenia.  
 N5. Opracowanie sprawozdania.  
 N6. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P(wykład)	PEU_W01 – PEU_W07	Ocena z egzaminu pisemnego
F1 (laboratorium)	PEU_U01 – PEU_U08 PEU_K01- PEU_K02	Sprawozdania z ćwiczeń
P (wykład) = 90-100% bdb, 80-89% +db, 70-79% db, 60-69% +dst, 50-59% dst P (laboratorium) = średnia arytmetyczna ze wszystkich ocen z ćwiczeń wymaganych programem		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2009  
 [2] Metody analitycznej spektrometrii atomowej. Teoria i praktyka. Praca zbiorowa. Wyd. Malamut, Warszawa 2010  
 [3] Spektrometria atomowa – możliwości analityczne – opracowanie pod red. E. Bulskiej i K. Pyrzyńskiej, Wyd. Malamut, Warszawa 2007

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] M. Cullen, „Atomic spectroscopy in elemental analysis”. Blackwell Pub. Ltd 2004  
 [2] J.A.C. Broekaert „Analytical Atomic Spectrometry with Flames and Plasmas”. WileyVCH, Weinheim 2002  
 [3] Problemy jakości analizy śladowej w badaniach środowiska przyrodniczego” pod red. A. Kabaty-Pendias i B. Szteke. Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa 1998

#### **NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

dr hab. inż. Anna Szymczycha-Madeja, prof. uczelni, [anna.szymczycha-madeja@pwr.edu.pl](mailto:anna.szymczycha-madeja@pwr.edu.pl)  
 dr hab. inż. Maja Welna, prof. uczelni, [maja.welna@pwr.edu.pl](mailto:maja.welna@pwr.edu.pl)  
 dr hab. inż. Piotr Jamróz, prof. uczelni, [piotr.jamroz@pwr.edu.pl](mailto:piotr.jamroz@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> ...Metody Spektroskopowe.....</p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> ...Spectroscopic Methods.....</p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> .....Chemia.....</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> .....Chemia Stosowana.....</p> <p><b>Poziom studiów:</b> <b>I/ II stopień / jednolite studia magisterskie*</b></p> <p><b>Forma studiów:</b> <b>stacjonarna /niestacjonarna*</b></p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> wybieraln</p> <p><b>Język wykładowy:</b> polski</p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1815W, W03CHE-NM1815C</p> <p><b>Grupa kursów</b> TAK / NIE*</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9	9			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25	25			
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39	0,42			

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej.</li> <li>2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej.</li> <li>3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej.</li> <li>4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych.</li> <li>5. Podstawowa wiedza z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej.</li> </ol>
---

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studenta z wybranymi eksperymentalnymi metodami pomiaru widm rotacyjnych, oscylacyjnych i elektronowych oraz elementami aparatury pomiarowej.
- C2. Zapoznanie studenta z wiedzą i aspektami eksperymentalnymi spektroskopii elektronowej cząsteczek wieloatomowych w tym z zastosowaniem teorii grup w chemii.
- C3. Zapoznanie studenta z wybranymi nowoczesnymi technikami spektroskopowymi, w tym z metodami wykorzystującymi zjawiska z zakresu optyki nieliniowej.
- C4. Zapoznanie studenta z metodami rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych oraz elektronowo-oscyłacyjnych widm luminescencji wysoko-rozdzielonych.
- C5. Zapoznanie studenta ze sposobami interpretacji dwuwymiarowych widm rezonansu magnetycznego (COSY).
- C6. Zapoznanie studenta z wybranymi praktycznymi zastosowaniami spektroskopii atomowej i molekularnej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Student zna zasady wybranych laboratoryjnych metod pomiaru widm rotacyjnych, oscylacyjnych i elektronowych oraz zasady działania aparatury pomiarowej wykorzystywanej do tych pomiarów.
- PEU\_W02 Student rozumie podstawy spektroskopii fotoelektronów (PES), elektronów Augera i fluorescencji rentgenowskiej.
- PEU\_W03 Student rozumie procesy absorpcji i luminescencji cząsteczek wieloatomowych.
- PEU\_W04 Student rozumie zasady działania nowoczesnych technik spektroskopowych, w tym wykorzystujących procesy z zakresu optyki nieliniowej.
- PEU\_W05 Student zna zasady metod rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych i widm luminescencji elektronowo-oscyłacyjnych.
- PEU\_W06 Student zna zasady interpretacji dwuwymiarowych widm magnetycznego rezonansu magnetycznego.

#### Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Student potrafi wykonać podstawowe obliczenia w Spektroskopii – konwersja jednostek, liczenie energii stanów wzbudzonych.
- PEU\_U02 Student potrafi przeprowadzić analizę widm otrzymanych technikami NMR oraz umie na ich podstawie określić strukturę badanego związku organicznego.
- PEU\_U04 Student potrafi zastosować spektroskopię emisyjną do wyznaczenia fundamentalnych stałych struktury atomowej.
- PEU\_U05 Student potrafi zinterpretować subtelną strukturę rotacyjną pasm wibronowych w widmie cząsteczek dwuatomowych.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Student ma świadomość zastosowania różnych technik spektroskopii atomowej i molekularnej, który umożliwia studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych pokrewnych zagadnień.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Metody eksperymentalne w spektroskopii rotacyjnej, oscylacyjnej i elektronowej: źródła światła, detektory, budowa	2

	spektrometrów, techniki fourierowskie w spektroskopii. Spektroskopia rotacyjna, oscylacyjna i elektronowa – podstawy oraz podstawowe zastosowania	
Wy2	Nowoczesne metody spektroskopowe – podstawy i zastosowania (metody pozwalające na pomiar zależności czasowych, spektroskopia powierzchniowo wzmacniana, spektroskopia osłabionego całkowitego odbicia, spektroskopia terahercowa, nieliniowe optyczne techniki spektroskopowe).	2
Wy3	Spektroskopia fotoelektronów (PES), elektrony Augera, fluorescencja	2
Wy4	Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) i widma wielowymiarowe (COSY)	3
	Suma godzin	<b>9</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Wstęp. Wprowadzenie do problemów obliczeniowych w Spektroskopii	1
Ćw2	Wprowadzenie do jedno- i dwuwymiarowych technik NMR	2
Ćw3	Analiza i interpretacja widm NMR 1D i 2D	2
Ćw4	Analiza struktury rotacyjnej wybranych cząstek	2
Ćw5	Wyznaczenie stałych atomowych i molekularnych	2
	Suma godzin	9

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacja multimedialna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P (wykład)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05 PEU_W06	Zaliczenie
F (ćwiczenia)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_K01	Sprawozdania + kolokwium sprawdzające
P(wykład) = 90-100% bdb, 80-89% +db, 70-79% db, 60-69% +dst, 50-59% dst F(ćwiczenia) = średnia arytmetyczna ze wszystkich ocen z ćwiczeń wymaganych programem		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t 2 Fizykochemia molekularna, Wyd. PWN, Warszawa 2007.
- [2] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, Wyd. PWN Warszawa 2001.
- [3] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, Wyd. PWN, Warszawa 2007.
- [4] D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej 2, Wyd. PWN, Warszawa 2007.
- [5] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wyd. WNT Warszawa, 2009.
- [2] J. Demichowicz-Pigoniowa, Chemia fizyczna t3, Obliczenia fizykochemiczne, Wyd. PWN, Warszawa 2010.
- [3] W. Zieliński, A. Rajca, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, Wyd. WNT, Warszawa 2000.
- [4] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, Wyd. PWN, Warszawa 2009.
- [5] P. Suppan, Chemia i światło, Wyd. PWN, Warszawa 1997

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT**  
(imię, nazwisko, adres e-mail)

**dr hab. inż. Piotr Jamróz (piotr.jamroz@pwr.edu.pl)**

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Naturalne produkty medyczne  <b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Medicinal Natural Products  <b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia  <b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia Stosowana  <b>Poziom studiów:</b> II stopień / jednolite studia magisterskie*  <b>Forma studiów:</b> niestacjonarna*  <b>Rodzaj przedmiotu:</b> wybieralny  <b>Język wykładowy:</b> polski  <b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025  <b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1822W  <b>Grupa kursów</b> NIE</p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>2</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3				

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej i organicznej</li> <li>2. Podstawowa wiedza z zakresu biologii, obejmująca zrozumienie struktury i funkcji organizmów</li> </ol>
--

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

C1 Zdobyć wiedzę na temat ważnych grup związków aktywnych występujących w materiale roślinnym – ich budowy, właściwości, metod izolacji i identyfikacji, mechanizmu działania, aktywności, źródła występowania

C2 Zrozumienie różnorodności naturalnych produktów medycznych: celem jest zapoznanie się z różnorodnymi rodzajami naturalnych produktów medycznych, takimi jak rośliny lecznicze oraz zrozumienie ich składników aktywnych i zastosowań w medycynie.

C3 Zrozumienie mechanizmów działania: celem jest zrozumienie mechanizmów działania naturalnych produktów medycznych na poziomie molekularnym, komórkowym oraz ich wpływu na różne procesy biologiczne.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna podstawowe pojęcia z obszaru fitochemii i farmakognozji

PEU\_W02 zna grupy związków chemicznych decydujących o właściwościach leczniczych substancji i przetworów roślinnych

PEU\_W03 zna bazowe struktury chemiczne kumaryn, flawonoidów, terpenoidów oraz alkaloidów ich działanie i zastosowanie

PEU\_W04 zna główne szlaki biogenetyczne oraz bloki budulcowe roślinnych metabolitów wtórnych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi ocenić skuteczność i bezpieczeństwo naturalnych produktów medycznych na podstawie dostępnych danych naukowych

PEU\_U02 potrafi ocenić struktury i aktywność biologiczną oraz ich wpływ na procesy biologiczne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozwija umiejętność klarownej komunikacji naukowej i dyskusji

PEU\_K02 potrafi efektywnie współpracować w zespole, wykazując się umiejętnościami pracy grupowej oraz szacunkiem dla różnorodności poglądów i doświadczeń

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Rozwój fitochemii i chemii produktów naturalnych.</b> Podstawowe pojęcia, rola związków pochodzenia naturalnego we współczesnym leczeniu i w farmacji. Metabolity wtórne. Współczesne zasady klasyfikacji związków roślinnych. Informacje wstępne, zasady zaliczenia.	2
Wy2	<b>Biogeneza i bloki budulcowe.</b> Główne szlaki biogenetyczne oraz bloki budulcowe roślinnych metabolitów wtórnych. Informacje obejmować będą elementy ich biogenezy.	2
Wy3	<b>Kumaryny.</b> Charakterystyka kumaryn jako grupy związków o dużej różnorodności działań farmakologicznych (np. działanie przeciwzakrzepowe, fotouczulające). Właściwości, budowa i mechanizmy działania. Surowce roślinne. Preparaty kumarynowe dostępne na polskim rynku.	3
Wy4	<b>Flawonoidy i stilbeny.</b> Występowanie i charakterystyka związków polifenolowych na przykładzie flawonoidów i stilbenów, naturalnych antyoksydantów, o różnorodnym znaczeniu farmakologicznym (np. przeciwzapalnym, rozkurczającym, przeciwdrobnoustrojowym, uszczelniającym naczynia krwionośne). Budowa, klasyfikacja, właściwości, zastosowanie związków polifenolowych (również w formie glikozydów) w produkcie leczniczym; surowce bogate w związki polifenolowe. Preparaty polifenolowe dostępne na polskim rynku.	3
Wy5	<b>Terpenoidy.</b> Charakterystyka, budowa i właściwości związków terpenowych wchodzących w skład olejków eterycznych, stosowanych jako produkty	3



	lecnicze i suplementy diety (np. w zaburzeniach pracy układu pokarmowego), surowce bogate w olejki eteryczne. Preparaty dostępne na polskim rynku.	
Wy6	<b>Alkaloidy i ich glikozydy.</b> Budowa, definicja, właściwości i klasyfikacja alkaloidów, właściwości farmakologiczne wybranych alkaloidów i protoalkaloidów, surowce roślinne. Wybrane preparaty alkaloidowe dostępne na polskim rynku.	2
Wy7	<b>Peptydy i białka</b> jako naturalne produkty medyczne: ich rola, zastosowania i potencjalne korzyści zdrowotne. Definicja peptydów i białek. Znaczenie peptydów i białek w biologii i medycynie. Budowa chemiczna peptydów i białek. Różnorodność strukturalna i funkcjonalna. Peptydy jako leki przeciwbólowe i przeciwzapalne. Białka jako immunomodulatory i leki biologiczne. Zastosowania w leczeniu chorób nowotworowych, metabolicznych, neurologicznych i autoimmunologicznych.	3
	Suma godzin	<b>18</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z udziałem środków audiowizualnych

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU_W01- PEU_W04 PEU_U01- PEU_U02	zaliczenie
F2	PEU_K01- PEU_K02	dyskusja na zajęciach
P 100%		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] J. Sołoducho, J. Cabaj, *Medicinal natural products*, <http://zasobynauki.pl/>

[2] A. Kiss, *Lek pochodzenia naturalnego*, PZWL, 2022

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[3] P.M. Dewick, *Medicinal natural products*, Wiley 2009

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

**Joanna Cabaj, [joanna.cabaj@pwr.edu.pl](mailto:joanna.cabaj@pwr.edu.pl)**

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b> Ocena i kontrola jakości
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b> Quality assurance and quality control
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana
<b>Poziom studiów:</b> II stopień
<b>Forma studiów:</b> niestacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy
<b>Język wykładowy:</b> polski
<b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025
<b>Kod przedmiotu:</b> W03CHE-NM1812W
<b>Grupa kursów:</b> NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,39				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1 Znajomość podstaw chemii analitycznej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zaznajomienie z metodami statystycznymi w kontroli i zapewnianiu jakości pomiarów  
 C2 Poznanie sposobu walidacji metod analitycznych i aspektów akredytacji  
 C3 Nabycie umiejętności znalezienia analizy informacji z dziedziny oceny i kontroli jakości i samodzielnego przygotowania wystąpienia na określony temat z tej dziedziny

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 Student zna składowe systemu zapewnienia i kontroli jakości, wie, jaka jest jego rola i znaczenie

PEU_W02	Student zna sposób walidacji metody oraz parametry walidacyjne wyznaczone w procesie walidacyjnym
PEU_W03	Student wie, co to niepewność pomiarowa, jej źródła i rodzaje oraz sposoby wyznaczania
PEU_W04	Student wie, co to jest materiały odniesienia, jakie są rodzaje materiałów odniesienia i do czego służą, zna sposób wytwarzania materiałów odniesienia, jakie stawia się im wymagania oraz jakie parametry charakteryzują materiały odniesienia
PEU_W05	Student wie, co to są badania międzylaboratoryjne oraz jakie są ich rodzaje, do czego służą i w jakich sytuacja się je wykonuje
PEU_W06	Student wie, co to są karty kontrolne, jaka jest ich konstrukcja i do czego służą
PEU_W07	Student zna podstawowe pojęcia i wymagania norm PN-EN-ISO 9001 i PN-EN ISO/IEC 17025 w zakresie zapewnienia i kontroli jakości oraz zapewnienia spójności badań
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
PEU_U01	Student umie krytycznie je ocenić i twórczo przetworzyć informacje z zakresu zapewnienia i kontroli jakości
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>	
PEU_K01	– student potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę
PEU_K02	– student rozumie potrzebę dalszego szkolenia i zdobywania wiedzy zawodowej

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do systemu oceny i kontroli jakości analiz chemicznych.	1
Wy2	Walidacja metody oraz parametry walidacyjne wyznaczone w procesie walidacyjnym.	2
Wy3	Niepewność i jej rodzaje.	1
Wy4	Materiały odniesienia – rodzaje i podział; substancje czyste i roztwory wzorcowe; sposoby wytwarzania matrycowych certyfikowanych materiałów odniesienia.	1
Wy5	Omówienie znaczenia i roli normy ISO17025:2018 (Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących).	1
Wy6	Badania międzylaboratoryjne – rodzaje ze względu na cel i program; rola badań międzylaboratoryjnych w systemie oceny i kontroli jakości.	1
Wy7	Karty kontrolne – rodzaje, rola i znaczenie w ocenie i kontroli jakości; sterowanie jakością badań	1
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	<b>9</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład informacyjny
N2. Wykład problemowy
N3. Prezentacja multimedialna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
<b>P</b>	PEU_W01- PEU_W07, PEU_U01, PEU_K01 – PEU_K02	Zaliczenie

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] E. Bulska, Metrologia chemiczna – sztuka prowadzenia pomiarów, wyd. 2, Wydawnictwo Malamut, Warszawa, 2012 [2] Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych, praca zbiorowa pod red. P. Konieczki i J. Namieśnika, wyd. 2, WNT, Warszawa, 2017
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] J. C. Miller, J. N. Miller, Statystyka i chemometria w chemii analitycznej (przekład z j. ang.), wyd. 1, PWN, Warszawa, 2019
<b>NAUCZYCIEL ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
prof. dr hab. inż. Paweł Pohl, <a href="mailto:pawel.pohl@pwr.edu.pl">pawel.pohl@pwr.edu.pl</a>

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> ..... Planowanie syntezy: strategia i taktyka ....</p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> ... Organic synthesis design: strategies and tactics.</p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> .....Chemia.....</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> .....Chemia Stosowana.....</p> <p><b>Poziom studiów:</b>     <b>II stopień</b></p> <p><b>Forma studiów:</b> <b>niestacjonarna</b></p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> <b>obowiązkowy</b></p> <p><b>Język wykładowy:</b> <b>polski</b></p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b>.....2024/2025.....</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1810W, W03CHE-NM1810P</p> <p><b>Grupa kursów</b> <b>TAK / NIE*</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9			9	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25			25	
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39			0,45	

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej</li> <li>Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów</li> <li>Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (SciFinder, Reaxys)</li> </ol>
--

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

C1 zapoznanie studentów techniką planowania syntezy złożonych cząsteczek (analiza retro syntetyczna)  
 C2 zapoznanie ze sposobami syntezy nowych wiązań oraz transformacji grup funkcyjnych (selektywność reakcji)  
 C3 omówienie stereochemii w syntezie (reakcje stereokontrolowane)  
 C4 pokazanie przykładowych syntez złożonych produktów

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 – znać strategię planowania syntezy (retroanaliza, syntony i odpowiadające im reagenty, transformacje grup funkcyjnych, selektywność reakcji i ekonomia syntezy)  
 PEU\_W02 – rozumieć reaktywność związków chemicznych  
 PEU\_W03 – znać klasyczne, jak i nowsze metody tworzenia wiązań C-C  
 PEU\_W04 – rozumieć zjawisko stereochemii oraz znać sposoby otrzymywania związków chiralnych  
 PEU\_W05 – rozumieć celowość i znać sposoby ochrony grup funkcyjnych

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 – wykorzystując poznane reakcje powinien być w stanie zaproponować racjonalną syntezę założonej cząsteczki docelowej o umiarkowanie skomplikowanej strukturze

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Cząsteczka docelowa, syntony i ich syntetyczne odpowiedniki – definicje pojęć i przykłady. Analiza retrosyntetyczna. Reguły dyskonekcji.	2
Wy2	Strategia i taktyka w syntezie. Transformacje grup funkcyjnych, Technika selektywnej redukcji, utleniania oraz zastosowania karboanionów	2
Wy3	Klasyczne i nowe metody budowy wiązań węgiel-węgiel – reakcje kluczowe; sposoby otrzymywania związków cyklicznych	2
Wy4	Metody postępowania przy syntezie związków dwufunkcyjnych. Stereochemia w syntezie; reakcje stereokontrolowane: diastereo- i enancjostereoselektywne	2
Wy5	Wybrane przykłady syntezy produktów o złożonej strukturze	1
	Suma godzin	<b>9</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wskazówki dotyczące indywidualnych zadań projektowych.	1
Pr2	Przygotowanie analizy retrosyntetycznej zadanego związku i wskazanie syntetycznych odpowiedników zaplanowanych syntonów,	2
Pr3	Dyskusja w grupie nad indywidualnymi zadaniami studentów	2

Pr4	Przygotowanie planu kilkietapowej syntezy w oparciu o dostępne literaturowo procedury (Chemiczne Bazy Danych)	2
Pr5	Przygotowanie i prezentacja raportu z zadania projektowego	2
	Suma godzin	<b>9</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład z prezentacją multimedialną  
 N2. przykładowe sposoby rozwiązywania zadań problemowych (pochodzące z oryginalnej literatury)  
 N3. dyskusja nad sposobami rozumienia/rozwiązania problemów jakie otrzymali do rozwiązania studenci

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 – PEU_W05 PEU_U01	przedstawienie samodzielnie zaprojektowanej drogi syntezy wybranego przez wykładowcę związku
P = F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Skarżewski, *Wprowadzenie do syntezy organicznej*, PWN, Warszawa, 1999.
- [2] L. Willis, M. Wills, *Synteza Organiczna*, Wydawnictwo UJ, 2004.
- [3] P. Wyatt, S. Warren, *Organic Synthesis, Strategy and Control*, J. Wiley, 2007.
- [4] S. Warren, *Organic Synthesis, The Disconnection Approach*, J. Wiley, 1984.
- [5] Chemiczne bazy danych online: SciFinder (Chemical Abstracts), Reaxys oraz oryginalne publikacje z zakresu syntezy organicznej.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [6] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*, Oxford, 2000.
- [7] L. Willis, M. Wills, *Organic Synthesis*, Oxford University Press, 1995.
- [8] W. Carruthers, I. Coldham, *Modern Methods of Organic Synthesis*, Cambridge University Press, 2004.

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

**Dr hab. inż. Renata Siedlecka, renata.siedlecka@pwr.edu.pl**

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> ... Polimery w medycynie.....</p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> ...Polymers in medicine.....</p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia.....</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> ...Chemia Stosowana.....</p> <p><b>Poziom studiów:</b>     <b>II stopień</b></p> <p><b>Forma studiów:</b>niestacjonarna</p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> wybieralny</p> <p><b>Język wykładowy:</b> polski</p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1819W</p> <p><b>Grupa kursów</b> NIE</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>2</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,78				

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <p>Wiedza: ukończone kursy chemii organicznej i fizycznej</p>
---

<p><b>CELE PRZEDMIOTU</b></p> <p>C1 wskazanie miejsca zajmowanego przez polimery w medycynie</p> <p>C2 określenie specyficzności materiałów polimerowych</p> <p>C3 pokazanie możliwości wykorzystania polimerów do tworzenia nowych procedur medycznych</p>
---



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 poznanie metod tworzenia oraz analizy materiałów polimerowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 umiejętność doboru materiałów oraz metod jego analizy

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Polimery naturalne i syntetyczne, polimery w roztworze, żelu i w stanie stałym	2
Wy2	Otrzymywanie i modyfikacja polimerów, właściwości fiz-chem	2
Wy3	Mieszanki polimerów: kompozyty, stabilność, separacja faz	2
Wy4	Polimery z odciskami molekularnymi	2
Wy5	Sztuczne organy -nerka i wątroba	2
Wy6	Zjawisko transportu w materiałach polimerowych	2
Wy7	Leki o kontrolowanym uwalnianiu; polimery w inżynierii tkankowej	2
Wy8	Soczewki polimerowe, materiały w chirurgii estetycznej	2
Wy9	Polimery w produkcji leków	2
	Suma godzin	<b>18</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykłady ze środkami audiowizualnymi

N2. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01, PEU_U01	Test końcowy
P wynik testu końcowego dot. znajomości materiałów polimerowych i możliwości ich wykorzystania do konkretnych zastosowań		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] M.Bryjak, I.Gancarz, Polymers in medicine, wyd PWr 2010

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] L.H.Sperling, Introduction to physical polymer science

[2] F.Billmayer, Textbook of polymer science

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

**Marek Bryjak ([marek.bryjak@pwr.edu.pl](mailto:marek.bryjak@pwr.edu.pl))**

Załącznik nr 4 do programu studiów

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	Praca dyplomowa I
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Graduate laboratory I
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom studiów:</b>	II stopień
<b>Forma studiów:</b>	niestacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Język wykładowy:</b>	polski
<b>Cykl kształcenia od:</b>	2024/2025
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>W03W03-NM1854D</b>
<b>Grupa kursów</b>	NIE

	<b>Wykład</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>Laboratorium</b>	<b>Projekt</b>	<b>Seminarium</b>
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			36		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			150		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)			Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>			6		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			6		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1,8		

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Pogłębienie umiejętności doboru i analizy źródeł wiedzy, w tym literatury naukowej
C2 Rozwinięcie umiejętności utworzenia pisemnego opracowania w zakresie tematu pracy dyplomowej
C3 Poszerzenie umiejętności planowania i prowadzenia pracy naukowej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej,

PEU\_W02 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej

### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 – potrafi gromadzić informacje przydatne do poznania określonego zagadnienia i przygotowania do realizacji pracy dyplomowej

PEU\_U02 – potrafi w sposób krytyczny opracować zgromadzone informacje w formie pisemnej na temat wybranego zagadnienia naukowego lub praktycznego.

PEU\_U03 – (opcjonalnie) potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty / prace projektowe oraz opracować wyniki i wyciągnąć wnioski ze swoich dokonań i planować dalsze prace

### Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_K01 – – jest gotowa do krytycznej oceny wiedzy pozyskiwanej ze różnych źródeł

PEU\_K02 – jest gotowa do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania praw autorskich

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La 1-15	Indywidualna praca studenta w zakresie wybranego tematu według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej	
	Suma godzin	36

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 – PEU_W02 PEU_U01 – PEU_U03 PEU_K01 – PEU_K02	ocena pracy studenta na podstawie postępów w realizacji pracy dyplomowej

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura naukowa i fachowa wskazana przez Opiekuna przedmiotu i/lub znaleziona przez studenta.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Opiekun poszczególnych kursów Praca dyplomowa**

Przygotowanie karty:

**Piotr Rutkowski**, piotr.rutkowski@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Praca dyplomowa II
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Graduate laboratory II
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom studiów:</b>	II stopień
<b>Forma studiów:</b>	nietacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Język wykładowy:</b>	polski
<b>Cykl kształcenia od:</b>	2024/2025
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>W03W03-NM1855D</b>
<b>Grupa kursów:</b>	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			126		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			500		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)			Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>			20		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			20		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			5,7		

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
--

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 realizacja projektu badawczego C2 pisemne opracowanie pracy dyplomowej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej

PEU\_W02 – ma zaawansowaną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 – potrafi przeprowadzić eksperymenty / opracować projekt zgodnie z opracowanym planem prac

PEU\_U02 – potrafi porównywać pozyskiwane informacje ze źródeł wiedzy wynikami prowadzonych badań, weryfikować wyniki własnych badań, wnioskować i planować dalsze prace

PEU\_U03 – potrafi opracować uzyskane wyniki swoich prac w zakresie wybranego tematu i przedstawić je w formie pracy dyplomowej

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_K01 – jest gotowa do krytycznej oceny uzyskanych wyników swoich prac badawczych w zakresie wybranego tematu

PEU\_K02 – jest gotowa do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania praw autorskich

### TRZĘŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La 1-15	Indywidualna praca studenta w zakresie wybranego tematu według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej	
	Suma godzin	126

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 – PEU_W02 PEU_U01 – PEU_U03 PEU_K01 – PEU_K02	ocena jakości pracy studenta w trakcie realizacji pracy dyplomowej

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura naukowa i fachowa wskazana przez Opiekuna przedmiotu i/lub znaleziona przez studenta.

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Opiekun poszczególnych kursów Praca dyplomowa**

Przygotowanie karty:

**Piotr Rutkowski**, piotr.rutkowski@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p><b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Praktyczne aspekty chemii biologicznej  <b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Practical aspects of biological chemistry  <b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia  <b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana  <b>Poziom studiów:</b> II stopień  <b>Forma studiów:</b> niestacjonarna  <b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy  <b>Język wykładowy:</b> polski  <b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025  <b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1801W, W03CHE-NM1801L  <b>Grupa kursów</b> NIE</p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9		18		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39		0,84		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza z zakresu biochemii i chemii organicznej.
2. Umiejętność wykonywania podstawowych obliczeń chemicznych i biochemicznych.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów z praktycznymi aspektami chemii biologicznej w kontekście projektowania, syntezy, analizy i wizualizacji peptydów w formie teoretycznej (wykład) i praktycznej (zajęcia laboratoryjne).

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Student zna metody projektowania związków biologicznie czynnych.

PEU\_W02 Student zna najnowsze metody syntezy peptydów.

PEU\_W03 Student zna metody identyfikacji i oczyszczania peptydów.

PEU\_W04 Student zna i potrafi wybrać odpowiednie metody do wizualizacji peptydów.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Student potrafi w oparciu o zdobytą wiedzę zaprojektować związek biologicznie czynny.

PEU\_U02 Student potrafi zaplanować i wykonać syntezę peptydu.

PEU\_U03 Student potrafi oczyścić i zidentyfikować peptyd.

PEU\_U04 Student umie prowadzić dokumentację eksperymentu.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Student rozumie, że peptydy stanowią ważną grupę związków stosowanych w leczeniu wiele chorób m.in. nowotworowych i wirusowych.

PEU\_K02 Student umie pracować w grupie i przyjmować różne role, łącznie z rolą lidera.

PEU\_K03 Student umie krytycznie ocenić swoją wiedzę i umiejętności w kontekście planowania badań naukowych i oceny ich wyników.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do chemii biologicznej.	2
Wy2	Peptydy jako związki terapeutyczne. Projektowanie sekwencji peptydowej dla wybranej proteazy.	2
Wy3	Metody syntezy peptydów. Oczyszczanie i analiza peptydów.	2
Wy4	Wizualizacja peptydów i białek.	2
Wy5	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	<b>9</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne. Zaprojektowanie peptydów.	2
La2	Synteza peptydów wybranych przez prowadzącego. Synteza na podłożu stałym.	4
La3	Synteza peptydów – uwolnienie peptydu z podłoża stałego.	4
La4	Synteza peptydów – synteza w roztworze.	4
La5	Oczyszczanie i analiza peptydów za pomocą LC-MS.	4
	Suma godzin	<b>18</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacje multimedialne (PowerPoint) podczas wykładów.  
N2. Chromatograf cieczerwowy.  
N3. Chromatograf cieczerwowy sprzężony ze spektrometrem mas (LC-MS) do analizy peptydów.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 laboratorium	PEU_U01-U04 PEU_K01- K03	Sprawozdania z zajęć laboratoryjnych
F2 laboratorium	PEU_U01-U04 PEU_K02- K03	Ocena pracy studenta podczas zajęć praktycznych.
F3 laboratorium	PEU_U01-U04	Ocena studenta z przygotowania do zajęć praktycznych.
P Wykład	PEU_W01-W04 PEU_K01 PEU_K03	kolokwium końcowe.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] **Handbook of Proteolytic Enzymes**, Neil D. Rawlings and Guy S. Salvesen, *Elsevier*
- [2] **Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology**, Keith Wilson and John Walker, *Cambridge University Press*
- [3] Wybrane artykuły naukowe z czasopism polskich i zagranicznych.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] **Biochemia**, Berg Jeremy M., Gatto Gregory J., Lubert Stryer, Tymoczko John L., Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2] **Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych**, Kiemle David J., Silverstein Robert M., Webster Francis X., Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3] **Podstawy chromatografii i technik elektromigracyjnych**, Witkiewicz Zygfryd, Kałużna-Czaplińska Joanna, Wydawnictwo Naukowe PWN

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

**Wioletta Rut, wioletta.rut@pwr.edu.pl**



Załącznik nr 4 do programu studiów

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	Proseminarium dyplomowe
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Graduation proseminar
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom studiów:</b>	II stopień
<b>Forma studiów:</b>	nietacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Język wykładowy:</b>	polski
<b>Cykl kształcenia od:</b>	2024/2025
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>W03W03-NM1053S</b>
<b>Grupa kursów</b>	NIE

	<b>Wykład</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>Laboratorium</b>	<b>Projekt</b>	<b>Seminarium</b>
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					9
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					25
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					0,42

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Nie dotyczy

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zapoznanie studenta z ofertą badawczą jednostek Wydziału
C2 Omówienie tematyki prac dyplomowych oferowanych przez nauczycieli
C3 Omówienie warunków i zasad realizacji laboratorium dyplomowego i pracy dyplomowej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

**Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 – posiada wiedzę o tematykach badawczych związanych ze studiowanym kierunkiem studiów prowadzonych w jednostkach organizacyjnych Wydziału Chemicznego

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 – potrafi brać czynny udział w dyskusji na poruszane tematy naukowe

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 – ma świadomość konieczności podnoszenia swoich kompetencji w zakresie tematyki badawczej w ramach studiowanego kierunku

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Sem	Omówienie tematyki prac dyplomowych przez pracowników jednostek Wydziału prowadzących badania związane z kierunkiem studiów; Prezentacja laboratoriów badawczych i analitycznych w jednostkach Wydziału; Omówienie zasad wyboru tematów prac dyplomowych i zasad realizacji/ zaliczania przedmiotów „Praca dyplomowa”	9
	Suma godzin	9

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Dyskusja

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Obecność na zajęciach, udział w dyskusjach – oceniane przez osoby prowadzące zajęcia

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

nie dotyczy

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

**Przewodniczący komisji programowej kierunku**

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b> Przygotowanie próbek do analizy
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b> Sample preparation
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana
<b>Poziom studiów:</b> II stopień
<b>Forma studiów:</b> niestacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy
<b>Język wykładowy:</b> polski
<b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025
<b>Kod przedmiotu:</b> W03CHE-NM1805W, W03CHE-NM1805C, W03CHE-NM1805P
<b>Grupa kursów:</b> NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9	9		9	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	25		50	
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1		2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,39	0,42		0,45	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. 1 Znajomość chemii nieorganicznej i chemii analitycznej w zakresie kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.
2. Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem metod analizy chemicznej i analizy instrumentalnej z zakresu kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej znaczenia i podstawowych zasad pobierania próbek do analizy chemicznej, fizycznej i biologicznej.
- C2 Zapoznanie z podstawowymi narzędziami służącymi do pobierania i przygotowania próbek stałych, ciekłych i gazowych.
- C3 Zapoznanie z metodami przygotowania próbek do analizy chemicznej, fizycznej i biologicznej.
- C4 Zapoznanie z metodami przygotowania próbek do analizy składu i struktury.

C5 Zapoznanie z techniką planowania analizy próbek rzeczywistych.  
 C6 Nauczenie rozwiązywania problemów obliczeniowych niezbędnych do przygotowania próbek do analizy.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – student zna pojęcia dotyczące pobierania i przygotowania próbek do analizy  
 PEU\_W02 – student wyjaśnia główne cele i znaczenie pobierania i przygotowania próbek do analizy  
 PEU\_W03 – student zna techniki, narzędzia i zestawy aparaturowe odpowiednie do pobierania próbek stałych, ciekłych i gazowych  
 PEU\_W04 – student zna czynniki powodujące utratę analitów i/lub zanieczyszczenie próbki  
 PEU\_W05 – student zna metody przechowywania, utrwalania i rozkładu próbek  
 PEU\_W06 – student zna techniki separacyjne stosowane do przygotowania i analizy próbek  
 PEU\_W07 – student zna techniki odpowiednie dla przygotowania próbek do analiz

#### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – student potrafi wybrać i ocenić skuteczność metod pobierania i przygotowania próbek w stosunku do badanego materiału i zastosowanej procedury analitycznej  
 PEU\_U02 – student potrafi wykonać obliczenia niezbędne do przygotowania roztworów o określonym stężeniu  
 PEU\_U03 – student potrafi wykonać obliczenia niezbędne do rozcieńczania i mieszania roztworów o różnym stężeniu.  
 PEU\_U04 – student potrafi przeprowadzić ocenę statystyczną wyników analitycznych i ich interpretację pod kątem dokładności i precyzji oznaczeń

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – student potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę  
 PEU\_K02 – student rozumie potrzebę dalszego szkolenia i zdobywania wiedzy zawodowej

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do zagadnień związanych z pobieraniem i przygotowaniem próbek do analizy. Warunki prowadzenia zajęć i zaliczenia kursu.	1
Wy2	Podstawy procesu pobierania próbek, reprezentatywność próbki. Pobieranie próbek stałych.	2
Wy3	Pobieranie próbek gazowych i ciekłych. Degradacja, utrwalanie i przechowywanie próbek.	2
Wy4	Przygotowanie próbek do analizy metodami chemicznymi i fizycznymi: rozpuszczanie, rozkład na mokro i sucho, stapianie.	2
Wy5	Derywatywacja w analizie związków organicznych i nieorganicznych. Techniki separacyjne w przygotowaniu i analizie próbek.	2
Suma godzin		<b>9</b>

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Wskazówki dotyczące zadań projektowych.	1
Pr2	Zaprojektowanie metody/procedury pobierania i przygotowania	2
Pr3	wybranych próbek rzeczywistych do wielopierwiastkowej analizy	2
Pr4	metodami spektrometrycznymi.	2
Pr5	Prezentacja raportu z zadania projektowego.	2
Suma godzin		<b>9</b>

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Sposób zaliczenia zajęć. Dokładność obliczeń. Stężenie procentowe i molowe. Obliczanie stężeń. pH i pOH. Obliczanie pH roztworów buforowych.	2
Ćw2	Przygotowanie roztworów o określonym stężeniu. Przeliczanie stężeń wyrażonych w różnych jednostkach ( w tym:ppm, ppb, g/cm <sup>3</sup> ). Rozcieńczanie i mieszanie roztworów o różnym stężeniu.	2
Ćw3	Obliczanie wyników analizy miareczkowej (alkacymetria i kompleksometria) oraz spektrofotometrycznej	2
Ćw4	Podstawy oceny statystycznej wyników analitycznych.	2
Ćw5	Zaliczenie - kolokwium	1
Suma godzin		<b>9</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z prezentacją multimedialną N2. Wykład problemowy. N3. Wykład informacyjny. N4. Praca własna. N5. Praca grupowa. N6. Rozwiązywanie zadań. N7. Konsultacje

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
<b>P1</b> (wykład)	PEU_W01- PEU_W07	egzamin końcowy, egzamin pisemny 90-100% bdb, 80-89% +db, 70-79% db, 60-69% +dst, 50-59% dst
<b>P2</b> (projekt + ćwiczenia)		
F1 (projekt)	PEU_W01- PEU_W07, PEU_U01 PEU_K01 – PEU_K02	przedstawienie zaprojektowanego sposobu przygotowania próbki do jej wielopierwiastkowej analizy
F2 (ćwiczenia)	PEU_W01- PEU_W07 PEU_U01- PEU_U04 PEU_K01 – PEU_K02	kolokwium
<b>P2</b> Ocena = (0,60 F1+0,40 F2)		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Pawliszyn, Sampling and sample preparation, J. Wiley & Sons, New York, 2006.
- [2] S. Mitra, Sample preparation techniques in analytical chemistry, Wiley, New Jersey, 2003.
- [3] J. Namieśnik, Przygotowanie próbek środowiskowych do analiz, WNT, Warszawa, 2000.
- [4] J. Namieśnik, J. Łukasiak, Z. Jamróiewicz, Pobieranie próbek środowiskowych do analizy, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1995.
- [5] Obliczenia w chemii analitycznej. Praca zbiorowa, PWN, Warszawa, 2003.
- [6] Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej. Praca zbiorowa pod red. Z. Galusa, PWN, Warszawa, 1993.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Nowe horyzonty i wyzwania w analityce i monitoringu środowiskowym, praca zbiorowa, CEEAM Gdańsk, 2003.
- [2] Nowoczesne techniki analityczne, praca zbiorowa, WPW Warszawa, 2006.
- [3] Analiza śladowa – zastosowania, Red. I. Baranowska, Wydawnictwo Malamut, Warszawa, 2013.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

dr hab. inż. Anna Szymczycha-Madeja, prof. uczelni, [anna.szymczycha-madeja@pwr.edu.pl](mailto:anna.szymczycha-madeja@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 4 do programu studiów

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	Seminarium dyplomowe
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Graduation seminar
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom studiów:</b>	II stopień
<b>Forma studiów:</b>	nietacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Język wykładowy:</b>	polski
<b>Cykl kształcenia od:</b>	2024/2025
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>W03W03-NM1856S</b>
<b>Grupa kursów</b>	NIE

	<b>Wykład</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>Laboratorium</b>	<b>Projekt</b>	<b>Seminarium</b>
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					9
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					50
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					0,42

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 rozwój kompetencji społecznych studentów w zakresie prezentowania wyników pracy dyplomowej, inicjowania dyskusji i aktywnego w niej udziału

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu realizowanej pracy dyplomowej

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 – potrafi gromadzić i weryfikować informacje niezbędne do poznania wybranej tematyki badawczej

PEU\_U02 – umie wyciągać wnioski z wyników własnych prac badawczych w odniesieniu do źródeł literaturowych

PEU\_U03 – potrafi publicznie przedstawić wyniki swoich badań oraz bronić ich podczas publicznej dyskusji

PEU\_U04 – potrafi przekazywać wiedzę innym

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_K01 – ma świadomość znaczenia wiedzy, także jej krytycznej analizy

PEU\_K02 – jest gotowa do pogłębiania wiedzy i umiejętności, a w razie potrzeby korzystania z pomocy ekspertów

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie procesu dyplomowania na studiowanym kierunku	1
Se 2 – Se9	Przedstawienie prezentacji multimedialnej i udział w dyskusji	8
Suma godzin		9

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Dyskusja

N3. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 PEU_U01 – PEU_U04 PEU_K01 – PEU_K02	ocena na podstawie przedstawionej prezentacji i aktywności w dyskusjach

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

(brak)

### NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)

Przewodniczący komisji programowej dla właściwego kierunku studiów

Przygotowanie karty:

**Piotr Rutkowski**, [piotr.rutkowski@pwr.edu.pl](mailto:piotr.rutkowski@pwr.edu.pl)



Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Sensory i biosensory – alternatywne narzędzia analityczne</p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Sensors and biosensors – alternative analytical tools</p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia Stosowana</p> <p><b>Poziom studiów:</b> II stopień</p> <p><b>Forma studiów:</b> niestacjonarna*</p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> wybieralny</p> <p><b>Język wykładowy:</b> polski</p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1823W</p> <p><b>Grupa kursów</b> NIE</p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>2</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,78				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza z zakresu chemii nieorganicznej, analitycznej, fizycznej, organicznej oraz z zakresu fizyki.
2. Wiedza podstawowa z zakresu instrumentalnych technik analitycznych.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów z zagadnieniami mechanizmów działania sensorów chemicznych i biosensorów oraz z metodami detekcji stosowanymi w sensoryce.

C2 Zapoznanie studentów z podstawami fizykochemicznymi konstrukcji sensorów chemicznych i biosensorów.  
 C3 Zapoznanie studentów z zagadnieniami możliwości stosowania sensorów chemicznych i biosensorów jako narzędzi analitycznych w diagnostyce medycznej, bioanalityce, analityce żywności, ochronie środowiska.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna definicje sensora i biosensora oraz ma wiedzę dotyczącą klasyfikacji sensorów ze względu na zasadę działania i sposób detekcji analitu

PEU\_W02 zna zasady działania (detekcji) sensora elektrochemicznego, optycznego, masowego, termicznego, piezoelektrycznego

PEU\_W03 zna elementy receptorowe w urządzeniu sensorowym, zna zasady ich działania w poszczególnych typach sensorów i biosensorów

PEU\_W04 zna parametry analityczne sensorów i biosensorów oraz zna możliwości zastosowania ich jako narzędzi analitycznych w różnych gałęziach przemysłu, w ochronie środowiska, oraz szeroko rozumianej diagnostyce

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zastosować definicje sensora i biosensora oraz sklasyfikować sensory ze względu na zasadę działania i sposób detekcji analitu

PEU\_U02 zna zasady działania (detekcji) różnych rodzajów sensorów, w tym elektrochemicznych, optycznych, masowych, termicznych i piezoelektrycznych

PEU\_U03 potrafi zidentyfikować elementy receptorowe w urządzeniach sensorowych i zrozumieć ich działanie w różnych typach sensorów i biosensorów

PEU\_U04 posiada wiedzę na temat parametrów analitycznych sensorów i biosensorów oraz umiejętność oceny ich zastosowań w przemyśle, ochronie środowiska i diagnostyce

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozwija umiejętność klarownej komunikacji naukowej i dyskusji

PEU\_K02 potrafi efektywnie współpracować w zespole, wykazując się umiejętnościami pracy grupowej oraz szacunkiem dla różnorodności poglądów i doświadczeń

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Definicja sensora i biosensora. Ogólna charakterystyka oraz budowa sensora i biosensora. Zastosowanie sensorów. Typy sensorów chemicznych. Podział biosensorów ze względu na klasyczną zasadę działania. Omówienie zasad zaliczenia przedmiotu.	1
Wy2	Podstawy rozpoznania chemicznego - parametry operacyjne sensorów: zakres pomiarowy, limity detekcji, czułość, selektywność, powtarzalność wyników, czas odpowiedzi, operacyjny czas życia oraz czas życia podczas przechowywania.	2
Wy3	Klasyczny podział sensorów ze względu na rodzaj przetwornika.	2
Wy4	Podział biosensorów ze względu na rodzaj receptora (np. enzymy, przeciwciała, DNA) wpływającego na bioselektywność czujnika oraz na rodzaj przetwornika mającego wpływ na czułość biosensora.	2
Wy5	Podstawy fizyczne analitycznych metod optycznych wykorzystywanych w sensoryce: absorpcja promieniowania, fluorescencja, chemiluminescencja, bioluminescencja. Elektronowy rezonans plazmowy (SPR). Zjawisko piezoelektryczne. Zastosowanie kryształu piezoelektrycznego jako czujnika	2

	masowego (mikrowaga kwarcowa). Czujniki wykorzystujące fale akustyczne w kryształach piezoelektrycznych.	
Wy6	Materiał biologiczny stosowany w konstrukcji biosensorów: enzymy, tkanki, organelle komórkowe (mitochondria, chloroplasty), mikroorganizmy (bakterie, drożdże, algi jednokomórkowe), organizmy wyższe i ich organy (np. owady), przeciwciała, kwasy nukleinowe (DNA), inne związki biologicznie czynne (np. hemoglobina). Organizmy wskaźnikowe jako biosensory.	2
Wy7	Metody immobilizacji materiału biologicznego w biosensorach: adsorpcja, sieciowanie, pułapkowanie w żelach polimerowych, wiązanie kowalencyjne, mikrokapsułkowanie.	1
Wy8	Zastosowania sensorów i biosensorów w medycynie, w kontroli produkcji i analizie żywności (m.in. genetycznie modyfikowanej), w kontroli procesów biotechnologicznych, w ochronie środowiska, w obronności, w badaniach naukowych.	2
Wy9	Laboratorium chipowe (LOC - Lab-on-a chip), idea działania mikroukładu analitycznego, zastosowanie LOC w analizie chemicznej i biochemicznej (diagnostyka medyczna), zastosowanie urządzeń w przemyśle spożywczym, kosmetycznym oraz w ochronie środowiska.	2
Wy10	Perspektywy rozwoju urządzeń sensorowych: dalsza miniaturyzacja urządzeń i problemy z nią związane, urządzenia multifunkcyjne, spersonalizowana diagnostyka (POC, <i>point-of-care</i> ).	2
	Suma godzin	<b>18</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z udziałem środków audiowizualnych

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU_W01- PEU_W04 PEU_U01- PEU_U04 PEU_K01- PEU_K02	Praca zaliczeniowa
P 100%		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] FLORINEL-GABRIEL BĂNICĂ, *CHEMICAL SENSORS AND BIOSENSORS: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS*, JOHN WILEY AND SONS, CHICHESTER, 2012

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] R. F. TAYLOR, J. S. SCHULTZ (RED.), *HANDBOOK OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL SENSORS*, IOP, PHILADELPHIA, BRISTOL, 2003

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

Joanna Cabaj, [joanna.cabaj@pwr.edu.pl](mailto:joanna.cabaj@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Spektrometria mas i jej zastosowania  <b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Mass spectrometry and its applications  <b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia  <b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana  <b>Poziom studiów:</b> I/ II stopień / <del>jednolite studia magisterskie</del>*  <b>Forma studiów:</b> <del>stacjonarna</del> / niestacjonarna*  <b>Rodzaj przedmiotu:</b> <del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del>*  <b>Język wykładowy:</b> polski/<del>angielski</del>*  <b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025  <b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1816W, W03CHE-NM1816C  <b>Grupa kursów</b> TAK / NIE*</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9	9			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25	25			
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39	0,42			

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <p>1. Znajomość fizyki na poziomie studiów I-go stopnia.  2. Umiejętność posługiwania się programem do obliczeń (np. Excel, Origin, itp.)</p>
---

<p><b>CELE PRZEDMIOTU</b></p> <p>C1 Zapoznanie studenta z podstawami teoretycznymi metody spektrometrii mas.  C2 Zapoznanie studenta z różnymi sposobami jonizacji materii oraz zrozumienie wpływu sposobu jonizacji materii na zmierzone widmo masowe badanych próbek.  C3 Zapoznanie studenta z różnymi technikami analitycznymi wykorzystującymi spektrometrię mas.</p>
--

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Student zna budowę i zasadę działania spektrometrów mas.

PEU\_W02 – Student zna metody jonizacji materii.

PEU\_W03 – Student zna rodzaje próżni i pomp do wytwarzania próżni w zadanym zakresie ciśnień.

PEU\_W04 – Student potrafi porównać zasady działania analizatorów oraz sposoby pomiarów małych prądów.

PEU\_W05 – Student potrafi omówić i porównać w zakresie podstawowym metody pomiarowe wykorzystujące spektrometrię mas.

PEU\_W06 – Student potrafi opisać zastosowania spektrometrii mas.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – Student umie przeprowadzić analizę prostego widma masowego i zidentyfikować na jego podstawie substancję chemiczną.

PEU\_U02 – Student potrafi wyjaśnić zastosowanie metody ICP-MS, sposób przygotowania próbek do badań oraz potrafi zinterpretować widmo masowe.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – student ma podstawową wiedzę z zakresu zasady działania oraz rodzajów spektrometrów mas umożliwiającą wybór właściwej metody połączonej ze spektrometrią mas do analizy badanej próbki

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do spektrometrii mas.	1
Wy2	Metody jonizacji materii.	2
Wy3	Elementy techniki wysokiej próżni.	1
Wy4	Analizatory i detektory jonów. Pomiar małych prądów.	2
Wy5	Metody pomiarowe z wykorzystaniem spektrometrii mas.	2
Wy6	Wybrane zastosowania spektrometrii mas.	1
Suma godzin		9

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Identyfikacja substancji na podstawie widma masowego.	4
Ćw2	Analiza składu pierwiastkowego próbek metodą ICP-MS	5
Suma godzin		9

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z prezentacją multimedialną.

N2. Wprowadzenia teoretyczne.

N3. Samodzielne lub w grupie rozwiązywanie problemów.

N4. Wykorzystanie oprogramowania służącego do obliczeń (arkusz kalkulacyjny).

N5. Opracowanie sprawozdania.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU_W01- PEU_W06	pisemne kolokwium (ocena na podstawie sumy liczby punktów)
P (wykład): 2,0 jeżeli (P) = 0% - 49,99% sumy liczby punktów 3,0 jeżeli (P) = 50% - 59,99% sumy liczby punktów 3,5 jeżeli (P) = 60% - 69,99% sumy liczby punktów 4,0 jeżeli (P) = 70% - 79,99% sumy liczby punktów 4,5 jeżeli (P) = 80% - 89,99% sumy liczby punktów 5,0 jeżeli (P) = 90% - 99,99% sumy liczby punktów 5,5 jeżeli (P) = 100% sumy liczby punktów		
F1	PEU_U01 PEU_K01	pisemne sprawozdanie na ocenę (skala ocen: 2,0-5,5)
F2	PEU_U02 PEU_K01	pisemne sprawozdanie na ocenę (skala ocen: 2,0-5,5)
P (ćwiczenia) = ocena(F1+F2)/2 + aktywność na zajęciach		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] W. Danikiewicz, Spektrometria mas. Podstawy i zastosowania, PWN, Warszawa 2020
- [2] red. P. Suder, A. Bodzoń-Kuślakowska, J. Silberring, Spektrometria mas, Wyd. AGH, Kraków 2016
- [3] P. Suder, J. Silberring, Spektrometria mas, Wyd. UJ, Kraków 2006
- [4] A. Hałas, Technologia wysokiej próżni, PWN, 2008
- [5] A. Hałas, Technika próżni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2017

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] R. A. W. Johnstone, M. E. Rose, Spektrometria mas. Podręcznik dla chemików i biochemików, PWN, 2001

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

**Iwona Rutkowska, iwona.rutkowska@pwr.edu.pl**

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Synteza związków biologicznie aktywnych  <b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Synthesis of biologically active compounds  <b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> .....Chemia.....  <b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> .....Chemia Stosowana.....  <b>Poziom studiów:</b> II stopień  <b>Forma studiów:</b> niestacjonarna  <b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy  <b>Język wykładowy:</b> polski  <b>Cykl kształcenia od:</b>...2024/2025.....  <b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1813L  <b>Grupa kursów</b> TAK / NIE*</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			36		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			75		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)			Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>			<b>3</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1,68		

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej</li> <li>2. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów</li> <li>3. Opanowane zaawansowane operacje i techniki laboratoryjne</li> <li>4. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (Reaxys, Chemical Abstracts, Current Contents)</li> </ol>
---

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie biegłości w pracy laboratoryjnej z wykorzystaniem zaawansowanych technik eksperymentalnych syntezy organicznej.  
C2 Umiejętność stosowania różnych metod transformacji w syntezie wieloetapowej.  
C3 Zaplanowanie i wykonanie złożonego ciągu syntetycznego w oparciu o dane literaturowe

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – zna podstawowe transformacje w syntezie organicznej

#### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – potrafi wykorzystać fachową literaturę naukową i bazy danych do planowania strategii i taktyki syntezy

PEU\_U02 - potrafi przeprowadzić wieloetapową syntezę związku organicznego, dobrać i zamontować odpowiednią aparaturę, zidentyfikować i scharakteryzować otrzymane produkty,

PEU\_U03 – potrafi dobrać warunki reakcji różnych przemian, planować metody izolacji i oczyszczania produktów,

PEU\_U04 - potrafi zinterpretować wyniki, ocenić czystość produktu poprzez określenie podstawowych właściwości fizykochemicznych, zinterpretować widma związków organicznych oraz napisać zeszyt laboratoryjny w języku angielskim.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – potrafi pracować w grupie, organizować podział obowiązków i plan pracy

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Prowadzenie laboratorium i zasady zaliczenia. Notatnik laboratoryjny. Podstawowe wyposażenie (szkło i metal) oraz czynności laboratoryjne. Zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa na zajęciach laboratoryjnych. Planowanie syntezy – korzystanie z literatury i baz danych. Otrzymywanie 1,2,3,4,5-penta-O-acetylo $\alpha$ -D-glukopiranozy.	4
La2-La8	Przeprowadzenie przynajmniej dwóch kilkietapowych syntez złożonego produktu z puli związków aktywnych biologicznie, z wykorzystaniem znanych metod rozbudowy szkieletu węglowego, cyklizacji, selektywnych transformacji grup funkcyjnych (utlenianie, redukcja) – zależnie od struktury danego preparatu docelowego. W razie konieczności zastosowanie zabezpieczeń grup funkcyjnych a w przypadku syntezy związku enancjomerycznego wykorzystanie dostępnych metod katalitycznych (preparat do wyboru zadany przez prowadzącego, np. z puli: SALOL, BENZOKAINA, LIDOKAINA, ZINGERON, WITAMINA PP, PARACETAMOL).	28
La9	Oczyszczanie, identyfikacja i charakterystyka produktów. Interpretacja wyników, pisanie raportów.	4
	Suma godzin	36



### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Zaplanowanie syntezy na podstawie literatury oryginalnej  
N2. Wykonanie eksperymentów w celu syntezy zadanych związków  
N3. Przygotowanie raportu końcowego

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 – PEU_U04 PEU_K01	Przeprowadzanie syntezy wieloetapowej przynajmniej dwóch zadanych związków organicznych o znanej aktywności biologicznej, przygotowanie raportu badawczego
P=F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. I. Vogel, Preparatyka organiczna, WNT, Warszawa,  
[2] A. Mucha, R. Siedlecka, *Multistep organic synthesis*, Wrocław, 2020  
[3] Literatura oryginalna dostępna poprzez bazy chemiczne: Reaxys, Chemical Abstracts, Current Contents

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [4] A. Mucha, R. Siedlecka, *Multistep organic synthesis- practical course*, Wrocław, 2010

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

**Dr hab. inż. Rafał Kowalczyk; rafal.kowalczyk@pwr.edu.pl**

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b> Techniki separacyjne  <b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b> Separation techniques  <b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia  <b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana  <b>Poziom studiów:</b> II stopień  <b>Forma studiów:</b> niestacjonarna  <b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy  <b>Język wykładowy:</b> polski  <b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025  <b>Kod przedmiotu:</b> W03CHE-NM1808W, W03CHE-NM1808L  <b>Grupa kursów:</b> NIE</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18		27		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,78		1,26		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość chemii analitycznej w zakresie kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.
2. Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem metod analizy chemicznej i analizy instrumentalnej z zakresu kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie się ze sposobami przygotowania próbek do analizy, w tym metodami ekstrakcyjnymi stosowanymi w analizie chemicznej (również w analityce śladowych ilości analitów)
- C2 Poznanie różnych technik chromatograficznych
- C3 Uzyskanie poszerzonej wiedzy na temat zastosowań spektrometrii mas w analizie związków organicznych

- C4 Zdobyć umiejętności zastosowania technik ekstrakcyjnych i chromatograficznych w procesie przygotowania próbek do analiz
- C5 Utrwalenie umiejętności opracowywania wyników pomiarów oraz nabycie umiejętności interpretacji wyników i ich weryfikacji z uwzględnieniem problemów zapewnienia i kontroli jakości pomiarów

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Student zna zastosowania elektroforezy i innych technik elektromigracyjnych
- PEU\_W02 Student zna kryteria podziału technik ekstrakcyjnych i kryteria ich wyboru. Zna techniki ekstrakcyjne służące do przygotowania i frakcjonowania próbek stosowane w analizie ich składu chemicznego (w tym w analizie śladowej)
- PEU\_W03 Student ma utrwalone pogłębione wiadomości na temat technik chromatograficznych stosowanych w analityce, kryteriów ich podziału i obszarów zastosowań.
- PEU\_W04 Student zna budowę, działanie i zastosowania zasadniczych elementów chromatografów gazowych i cieczowych: dozowników, kolumn i detektorów, ze szczególnym uwzględnieniem spektrometru mas.
- PEU\_W05 Student zna zasady interpretacji niskorozdzielczych widm mas i analizy ilościowej w układzie GC/MS.
- PEU\_W06 Student zna zależności i wielkości opisujące proces chromatograficzny i wie w jaki sposób modyfikować parametry procesu w celu optymalnego rozdzielania.

#### Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Student potrafi dobrać optymalną technikę elektrokinetyczną do celu analizy z uwzględnieniem właściwości próbki badanej
- PEU\_U02 Student umie dokonać wyboru optymalnej techniki ekstrakcyjnej. Potrafi przygotować próbki do analizy śladowej posługując się technikami ekstrakcji w celu przeprowadzenia rozdzielania, frakcjonowania i zateżnienia oznaczanych substancji/indywiduów.
- PEU\_U03 Student jest w stanie dobrać właściwy układ chromatograficzny do analizy danego typu związków, szczególnie typu kolumny, detektora i określić optymalne parametry ich pracy.
- PEU\_U04 Student ma umiejętność posługiwania się chromatografem gazowym.
- PEU\_U05 Student umie dobrać optymalne warunki przeprowadzenia analizy prostych mieszanin związków organicznych w układzie GC/MS, podjąć próbę interpretacji jakościowej widma MS i analizy ilościowej.
- PEU\_U05 Student umie wyznaczać wielkości opisujące proces chromatograficzny.
- PEU\_U06 Student potrafi opracować i przedstawić w formie raportu wyniki analizy chromatograficznej

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Student umie pracować samodzielnie i współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie: warunki prowadzenia zajęć i zaliczenia kursu. Metody rozdzielania składników próbek – techniki separacyjne. Elektroforeza i inne techniki elektromigracyjne	2
Wy2	Ekstrakcja jako metoda izolacji analitu. Eliminacja matrycy. Zateżnienie składników. Ekstrakcja w laboratorium analitycznym. Kryteria podziału technik ekstrakcyjnych. Parametry opisujące ilościowo proces ekstrakcji. Zielona chemia a techniki ekstrakcyjne.	2
Wy3	Ekstrakcja próbek gazowych. Rozdzielanie lotnych składników próbek. Ekstrakcja w analizie próbek ciekłych. Rodzaje próbek ciekłych i analitów z nich izolowanych. Izolacja lotnych składników próbek ciekłych (ekstrakcja w układzie ciecz-gaz). Klasyczna ekstrakcja rozpuszczalnikowa – wady i zalety metody oraz jej zastosowania.	2

Wy4	Ekstrakcja składników próbek ciekłych do fazy stałej. Mikroekstrakcja do fazy stałej i inne techniki mikroekstrakcyjne. Frakcjonowanie, zatężanie i rozdzielanie składników. Ekstrakcja do punktu zmętnienia.	2
Wy5	Ekstrakcja próbek stałych. Przygotowanie próbki do analizy śladowej i specyacyjnej. Techniki wspomaganie/przyspieszania procesu ekstrakcji (w tym wspomaganie procesu ekstrakcji energią mikrofal i ultradźwiękami). Ekstrakcja płynem w stanie nadkrytycznym. Frakcjonowanie analitów	2
Wy7	Zastosowanie technik ekstrakcyjnych w analityce. Przygotowanie próbek do analizy metodami ekstrakcyjnymi. Analiza śladowa i specyacyjna. Ekstrakcja sekwencyjna. Ekstrakcja enzymatyczna. Technika QuEChERS.	2
Wy 8	Wprowadzenie. Klasyfikacja i charakterystyka metod chromatograficznych. Zastosowanie metod chromatograficznych w analizie jakościowej i ilościowej. Chromatografia gazowa. Zasada działania chromatografu gazowego. Rozdzielczość kolumn chromatograficznych. Konfiguracja układu GC i jej wpływ na przebieg analizy. Dozowniki. Kolumny chromatograficzne: parametry fizyczne, rodzaje wypełnień. Detektory chromatograficzne.	3
Wy 9	Chromatografia cieczowa. Metody (HPLC, chromatografia jonowa, chromatografia wykluczania). Aparatura. Fazy stacjonarne, kolumny, detektory. Dobór parametrów rozdziału. Zastosowania. HPLC - kolumny, adsorbenty, rozpuszczalniki, detektory. Zastosowanie i rozwój technik HPLC. Sprzężone techniki GC/MS i LC/MS. Znaczenie i zakres stosowania GC/MS i LC/MS. Budowa GC/MS. Typy układów sprzężenia chromatografu gazowego ze spektrometrem mas. Podstawy spektrometrii mas. Typy jonizacji cząsteczek. Widmo masowe.	3
Wy 10	Chromatografia w analityce środowiska – case studies. Metody chromatograficzne - obliczenia.	3
	Suma godzin	<b>18</b>

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wprowadzenie. Zapoznanie z zasadami BHP. Sonikacja (UAE) - Ekstrakcja składników aktywnych kremów z filtrami ochronnymi przeciw promieniowaniu słonecznemu.	3
Ćw2	Ekstrakcja do fazy stałej (SPE) cz. I.	3
Ćw3	Ekstrakcja do fazy stałej (SPE) cz. II.	3
Ćw4	Chromatografia cienkowarstwowa (TLC) -	3
Ćw5	Chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (GC-MS) cz. I: Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów alifatycznych w próbkach środowiskowych.	3
Ćw6	Chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (GC-MS) cz. II: Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów alifatycznych w próbkach środowiskowych.	3
Ćw7	Elektroforeza cz. I - Przygotowanie próbek białek do rozdziału elektroforetycznego.	3
Ćw8	Elektroforeza cz. II - Separacja białek w żelu poliakrylamidowym.	3
Ćw9	Wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC) - Oczyszczanie peptydów.	3
	Suma godzin	<b>27</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z prezentacją multimedialną.
N2. Wykład problemowy.
N3. Wykład informacyjny.

N4. Wykonanie analiz chemicznych.  
N5. Przygotowanie sprawozdania.  
N6. Konsultacje.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	PEU_W01-PEU_W06 PEU_U05	egzamin końcowy, egzamin pisemny
F1(laboratorium)		
F2(laboratorium)	PEU_U01-PEU_U06 PEU_K01	ocena za wykonane ćwiczenie to średnia arytmetyczna ocen ze sprawozdań (5 ocen)
<b>P2 (laboratorium) Ocena = (0,7F1+0,3F2)</b>		

#### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Skoog D.A., West D.M. , Holler F.J. Crouch, S.R., Podstawy chemii analitycznej Tom 2, Wydawnictwo Naukowe PWN 2007;
- [2] Namieśnik J, Jamrógiwicz Z, Pilarczyk M, Torres L, Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000
- [3] Witkiewicz Z, Harper J, Chromatografia gazowa. WNT, Warszawa 2001.
- [4] de Hoffmann E, Charette J, Stroobant V. Spektrometria mas. WNT, Warszawa 1998

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Red. J. Namieśnik, W. Chrzanowski, P. Szpinak. Nowe horyzonty i wezwania w analityce i monitoringu środowiska. CEEAM, Gdańsk 2003.
- [2] Szczepaniak W, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa 1996
- [3] Cygański A., Chemiczne metody analizy ilościowej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne WNT, Warszawa, 2005;
- [4] Minczewski J., Marczenko Z., Chemia analityczna, Tom 2: Chemiczne metody analizy ilościowej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2009

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

dr hab. inż. Piotr Rutkowski, prof. uczelni, piotr.rutkowski@pwr.edu.pl  
dr inż. Anna Leśniewicz, anna.lesniewicz@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> ...Uczenie maszynowe w naukach chemicznych
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> .....
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> ...Chemia.....
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> .....Chemia stosowana.....
<b>Poziom studiów:</b> <b>II stopień</b>
<b>Forma studiów:</b> sniestacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy
<b>Język wykładowy:</b> polski
<b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025
<b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1811W, W03CHE-NM-1811L
<b>Grupa kursów</b> NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9		9		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		25		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39		0,42		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawy chemii fizycznej.
2. Wiedza z zakresu budowy i struktury cząsteczek organicznych.
3. Podstawy analizy matematycznej i algebry liniowej.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów z podstawami metod oraz metod uczenia maszynowego i głębokiego uczenia.

C2 Zapoznanie studentów z możliwymi zastosowaniami modeli uczenia maszynowego w chemii i biologii.  
 C3 Nabycie umiejętności oceny wytrenowanych modeli oraz interpretacji wyników

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna podstawowe strategie oraz algorytmy uczenia nadzorowanego i nienadzorowanego.

PEU\_W02 ma wiedzę dotyczącą powszechnych zastosowań metod uczenia maszynowego w chemii i biologii.

PEU\_W03 potrafi ocenić mocne i słabe strony oraz ograniczenia poszczególnych metod uczenia maszynowego w zastosowaniach do różnych problemów w dziedzinie biologii obliczeniowej.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi skutecznie dobrać oraz przygotować reprezentatywny zestaw danych w odpowiednim formacie dla wybranej metody uczenia maszynowego.

PEU\_U02 potrafi zastosować modele uczenia nadzorowanego do klasyfikacji danych.

PEU\_U03 potrafi zastosować modele uczenia nienadzorowanego do grupowania danych (clustering).

PEU\_U04 potrafi w sposób koncepcyjny/schematyczny opisać algorytm do rozwiązania danego problemu badawczego lub analizy danych.

PEU\_U05 potrafi zaimplementować algorytm uczenia maszynowego w języku Python do rozwiązania danego problemu badawczego lub analizy danych.

PEU\_U06 potrafi dokonać oceny modeli uczenia maszynowego oraz interpretować wyniki jakie oferują.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 student potrafi pracować w grupie, pełniąc różne role, w tym lidera grupy

PEU\_K02 student ma świadomość społecznej roli magistra chemii

PEU\_K03 student jest gotowy krytycznie ocenić swoją wiedzę i otrzymane treści

### TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE		Liczba godzin
Forma zajęć - wykład		
Wy1	<b>Wprowadzenie do uczenia maszynowego.</b> Wyjaśnienie terminu uczenie maszynowe i jego relacji do tzw. sztucznej inteligencji. Zaznajomienie studentów z ogólną klasyfikacją metod uczenia nadzorowanego i nienadzorowanego. Przybliżenie najbardziej popularnych zastosowań uczenia maszynowego w naukach ścisłych, inżynierii oraz naukach i życiu.	1
Wy2	<b>Zestawy danych do uczenia maszynowego.</b> Źródła danych oraz reprezentatywne formaty, które mogą być wykorzystane do uczenia maszynowego. Źródła błędów w danych. Dobre praktyki w doborze danych.	1

Wy3	<b>Uczenie nadzorowane - sztuczne sieci neuronowe.</b> Krótka historia sztucznych sieci neuronowych oraz podobieństwa do sieci biologicznych. Kierunki badań i zastosowania sieci neuronowych. Sieci liniowe.	1
Wy4	<b>Uczenie nadzorowane - pozostałe metody.</b> Maszyny wektorów wspierających, regresja grzbietowa jądra, drzewa decyzyjne, losowy las.	1
Wy5	<b>Uczenie nienadzorowane.</b> Opis podstawowych metod uczenia nienadzorowanego. Klasyfikacja i grupowanie. Trenowanie modelu w celu rozpoznawania cech charakteryzujących zestaw danych.	1
Wy6	<b>Biologia strukturalna</b> Wprowadzenie/przypomnienie wybranych zagadnień w biologii strukturalnej dotyczących budowy i dynamiki białek oraz kwasów nukleinowych. Przewidywanie struktury drugorzędowej peptydów z sekwencji.	1
Wy7	<b>Modele uczenia maszynowego w symulacjach molekularnych I.</b> Wprowadzenie/przypomnienie elementów chemii obliczeniowej. Powierzchnie energii potencjalnej i energii swobodnej. Klasyfikacja różnych metod w chemii obliczeniowej wliczając potencjały uczenia maszynowego. Reprezentacja geometrii/struktury cząsteczek w uczeniu maszynowym.	1
Wy8	<b>Projektowanie leków.</b> Oddziaływanie leku z centrum aktywnym. Metody szacowania energii swobodnej wiązania substancji aktywnej w centrum aktywnym.	1
Wy9	<b>Przewidywanie szlaków syntezy cząsteczek organicznych.</b> Baza reaxys. Formaty zapisu struktury SMARTS i SMILES. Podejścia do przewidywania szlaków syntezy organicznej z wykorzystaniem retrosyntezy.	1
	Suma godzin	<b>9</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Organizacja pracy w laboratorium komputerowym i centrum obliczeniowym. Omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Dystrybucja kont i podstawowe informacje o dostępnych systemach operacyjnych. Przypomnienie elementów oraz wybranych poleceń systemu operacyjnego LINUX. Podstawowe informacje o systemie operacyjnym. Korzystanie z Anaconda oraz Jupyter Notebooks.	1
La2	Wprowadzenie do podstaw statystyki z wykorzystaniem modułu Pandas. Zadania: histogramy, wykresy blokowe, eksploracja generowania liczb pseudolosowych, tworzenie siatki histogramów za pomocą Pandas; rozkłady dwumianowe, poissona i normalne. Wprowadzenie do biblioteki SciKit-learn w języku python.	2
La3	Wizualizacja danych i redukcja wymiarowości - wprowadzenie i ćwiczenia. Zadania: wykorzystanie wykresów blokowych do wizualizacji wielu zmiennych jednocześnie. Analiza korelacji pomiędzy danymi na podstawie map termicznych.	2
La4	Klasyfikacja danych - wprowadzenie i ćwiczenia. Zadania: klasyfikacja win na białe i czerwone na podstawie własności fizykochemicznych. Ocena dokładności wytrenowanego modelu.	2



La6	Biologia strukturalna: Grupowanie struktur białeczek z wykorzystaniem algorytmu DBSCAN. Przewidywanie struktury drugorzędowej peptydów na podstawie sekwencji.	2
	Suma godzin	9

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna.  
 N2. Rozwiązywanie zadań w grupie.  
 N3. Realizacja zadań projektowych na pracowni komputerowej.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01- PEU_U06 PEU_K01- PEU_K03	Ocena raportów cząstkowych (max 50 pkt)
P1	PEU_U01- PEU_U06 PEU_K01 PEU_K03	Zaliczenie końcowe (max 50 pkt)
P2	PEU_W01- PEU_W03 PEU_K02	Zaliczenie końcowe (max 100 pkt)
<p>P1 (laboratorium)</p> <p>2.0 jeśli (F1+P1) &lt; 50 pkt            3.0 jeśli (F1+P1) = 50 - 59 pkt            3.5 jeśli (F1+P1) = 60 - 69 pkt            4.0 jeśli (F1+P1) = 70 - 79 pkt            4.5 jeśli (F1+P1) = 80 - 89 pkt            5.0 jeśli (F1+P1) = 90 - 97 pkt            5.5 jeśli (F1+P1) = 98 - 100 pkt</p> <p>P2 (wykład)</p> <p>2.0 jeśli (P2) &lt; 50 pkt            3.0 jeśli (P2) = 50 - 59 pkt            3.5 jeśli (P2) = 60 - 69 pkt            4.0 jeśli (P2) = 70 - 79 pkt            4.5 jeśli (P2) = 80 - 89 pkt            5.0 jeśli (P2) = 90 - 97 pkt            5.5 jeśli (P2) = 98 - 100 pkt</p>		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Géron, Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, O'Reilly Media, Sebastopol, CA, 2020.
- [2] B. Ramsunda, P. Eastman, P. Walters, V. Pande, Deep Learning for the Life Sciences, O'Reilly Media, Sebastopol, CA, 2019.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Lafuente D. et al., A Gentle Introduction to Machine Learning for Chemists: An Undergraduate Workshop Using Python Notebooks for Visualization, Data Processing, Analysis, and Modeling, J. Chem. Educ. 2021, 98, 2892–2898
- [2] Keith J.A. et al., Combining Machine Learning and Computational Chemistry for Predictive Insights Into Chemical Systems, Chem. Rev. 2021, 121, 9816–9872.
- [3] Artrith N. et al., Best practices in machine learning for chemistry, Nat. Chem. 2021, 13, 505-508.

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię,  
nazwisko, adres e-mail)**

**dr inż. Rafał Szabla, rafal.szabla@pwr.edu.pl**

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p><b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim ... "Wybrane techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów"</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Selected techniques of polymer syntheses and modification</b></p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia.....</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> ...Chemia Stosowana.....</p> <p><b>Poziom studiów:</b> II stopień</p> <p><b>Forma studiów:</b> niestacjonarna</p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> wybieralny</p> <p><b>Język wykładowy:</b> polski</p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1817W, W03CHE-NM1817L</p> <p><b>Grupa kursów NIE</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	9		9		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		25		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,39		0,42		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Chemia organiczna
2. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 zapoznanie studentów ze sposobami syntezy polimerów  
C2 zapoznanie studentów ze sposobami modyfikacji polimerów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 student powinien znać strategię planowania syntezy i modyfikacji polimerów

PEU\_W02 znać typowe metody syntezy i modyfikacji polimerów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 umie posługiwać się literaturą naukową i bazami danych w celu planowania syntezy i modyfikacji polimerów

PEU\_U02 wykorzystując poznane sposoby syntezy i modyfikacji powinien umieć zaproponować racjonalną modyfikację typowych polimerów

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumieć wpływ wybranych metod syntezy i modyfikacji na stan środowiska naturalnego (degradowalność modyfikowanych produktów polimerowych i obciążenia środowiska)

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Polimeryzacja wolnorodnikowa, jonowe i żyjąca	2
Wy2	Polimeryzacje w masie (blokowe), w roztworach, emulsji i w suspensji	2
Wy3	Polikondensacja	1
Wy4	Modyfikacja polimerów: Na etapie syntezy (modyfikacja masy cząsteczkowej, modyfikacja morfologii cząsteczek polimeru), kopolimeryzacja, kopolimeryzacja-typy kopolimerów	2
Wy5	Modyfikacja polimerów naturalnych	2

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do zajęć i zasady BHP; Sieciowanie polimerów 3	3
La2	Nitrowanie celulozy	3
La3	Synteza polimeru suspensyjnego	3
	Suma godzin	9

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład z prezentacją w .ppt

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1, F2, F3	PEU_U01- PEU_U02 PEU_K01	Na podstawie sprawozdań
P	PEU_W01- PEU_W02 PEU_U01- PEU_U02 PEU_K01	Zaliczenie na podstawie odpowiedzi na trzy otwarte pytania. Każde po 10 pkt max, zaliczenie od 50% + 1 tj. od 16 pkt.

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] WSPÓŁCZESNA WIEDZA O POLIMERACH, J.F. Rabek, PWN 2009
<b>NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)</b>
<b>Prof. Andrzej Trochimeczuk</b> <a href="mailto:andrzej.trochimeczuk@pwr.edu.pl">andrzej.trochimeczuk@pwr.edu.pl</a>

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych</p> <p><b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Methods of identification of organic compounds</p> <p><b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Chemia</p> <p><b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Chemia stosowana</p> <p><b>Poziom studiów:</b>— I/ II stopień /<del>jednolite studia magisterskie*</del></p> <p><b>Forma studiów:</b> <del>stacjonarna</del> /niestacjonarna*</p> <p><b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy /<del>wybieralny</del> /ogólnouczelniany*</p> <p><b>Język wykładowy:</b> polski/<del>angielski*</del></p> <p><b>Cykl kształcenia od:</b> 2024/2025</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> W03CHE-NM1802W, W03CHE-NM1802C</p> <p><b>Grupa kursów</b> <del>TAK</del> / NIE*</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18	18			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50			
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>3</b>	<b>2</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,78	0,84			

\*niepotrzebne skreślić

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Znajomość matematyki na poziomie szkoły wyższej</li> <li>Znajomość chemii ogólnej na poziomie szkoły wyższej</li> <li>Znajomość chemii organicznej na poziomie I stopnia studiów</li> </ol>
--

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy o spektroskopii MS, IR i NMR  
C2 Zapoznanie się z zaawansowanymi technikami NMR  
C3 Nauka interpretacji widm  $^1\text{H}$  NMR, MS i IR  
C4 Nauka identyfikacji związków organicznych na podstawie analizy widm NMR, MS i IR

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 – zna podstawy teoretyczne i praktyczne zastosowania technik spektroskopowych stosowanych do określania struktury związków organicznych  
PEU\_W02 – potrafi prawidłowo klasyfikować widma spektroskopowe organicznych cząsteczek  
PEU\_W03 – ma podstawowej wiadomości o zastosowaniu spektroskopii w podczerwieni  
PEU\_W04 – zna najważniejsze techniki jonizacji stosowane w spektrometrii masowej  
PEU\_W05 – zna zaawansowane metody spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego  
PEU\_W06 – potrafi analizować widma MS, IR i NMR związku organicznego  
PEU\_W07 – potrafi powiązać sygnały i dane z widm spektroskopowych ze strukturą związku organicznego

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 – potrafi interpretować widma protonowego i węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego i na ich podstawie określić budowę związków organicznych  
PEU\_U02 – potrafi określić budowę związku organicznego na podstawie widm MS, IR i NMR  
PEU\_U03 – umie wykonywać podstawowe obliczenia z zakresu spektroskopii IR, MS, NMR.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Fizyczne podstawy magnetycznego rezonansu jądrowego.</b> Zjawisko rezonansu magnetycznego. Magnetyczne właściwości jąder. Budowa spektrometru, przygotowanie próbki i rejestracja widm NMR. Widmo NMR i jego cechy.	2
Wy2	<b>Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego protonów (<math>^1\text{H}</math> NMR).</b> Symetria związku, równocенność chemiczna i magnetyczna. Przesunięcie chemiczne. Sprzężenie spinowe i układy spinowe.	2
Wy3	<b>Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego protonów (<math>^1\text{H}</math> NMR).</b> Wartości stałych sprzężeń, w zależności od budowy cząsteczki. Interpretacja widm $^1\text{H}$ NMR. Analiza układów pierwszego rzędu. Selektywne odsprężanie spinów.	2
Wy4	<b>Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego węgla <math>^{13}\text{C}</math>.</b> Warunki i specyfika pomiaru widm $^{13}\text{C}$ NMR. Odprężanie oddziaływań spinowo-spinowych $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ . Jądrowy efekt Overhausera	2

	(NOE). Przesunięcie chemiczne różnych klas związków organicznych. Metoda DEPT. Określanie liczby atomów wodoru związanych z atomami węgla.	
Wy5	<b>Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego innych wybranych jąder o spinie ½ (<sup>31</sup>P, <sup>19</sup>F, <sup>15</sup>N i <sup>29</sup>Si NMR).</b> Rejestracja widm, przesunięcie chemiczne oraz wartości stałych sprzężeń z jądrami <sup>1</sup> H i <sup>13</sup> C. Wpływ ww. jąder na widma <sup>1</sup> H oraz <sup>13</sup> C NMR.	2
Wy6	<b>Spektroskopia korelacyjna 2D NMR.</b> Rejestracja i interpretacja widm 2D NMR. Widma <sup>1</sup> H- <sup>1</sup> H COSY. Identyfikacja sąsiadujących protonów. Korelacja <sup>13</sup> C- <sup>1</sup> H (HMQC, HSQC, HMBC). Korelacja <sup>13</sup> C- <sup>13</sup> C (INADEQUATE). Widma TOCSY oraz ROESY.	2
Wy7	<b>Spektroskopia w podczerwieni.</b> Technika FTIR. Aparatura i rejestracja widm w podczerwieni. Interpretacja widm IR w zależności od budowy cząsteczki. Częstości głównych grup funkcyjnych występujących w związkach organicznych.	2
Wy8	<b>Spektrometria masowa MS.</b> Aparatura, metody jonizacji i analizatory mas. Omówienie najczęściej stosowanych metod jonizacji. Widma masowe z jonizacją EI i ich interpretacja. Przykłady widm masowych głównych klas związków organicznych.	2
Wy9	Zastosowanie spektroskopii NMR i IR oraz spektrometrii mas do identyfikacji związków organicznych.	2
	Suma godzin	<b>18</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Interpretacja i analiza widm protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego ( <sup>1</sup> H NMR).	2
Ćw2	Interpretacja i analiza widm węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego <sup>13</sup> C NMR. Metoda DEPT w analizie widm <sup>13</sup> C NMR. Spektroskopia innych jąder o spinie ½. ( <sup>31</sup> P NMR, <sup>15</sup> N MMR, <sup>19</sup> F NMR i <sup>29</sup> Si NMR)	2
Ćw3	Spektroskopia korelacyjna 2D NMR. Korelacja <sup>1</sup> H- <sup>1</sup> H i <sup>1</sup> H- <sup>13</sup> C (Widma COSY i HMQC/HSQC). Inne techniki dwuwymiarowe (Widma INADEQUATE, TOCSY, HMBC, ROESY).	2
Ćw4	Kolokwium I	2
Ćw5	Spektroskopia w podczerwieni i jej zastosowanie do identyfikacji grup funkcyjnych.	2
Ćw6	Zastosowanie spektrometrii masowej do identyfikacji związków organicznych.	2
Ćw7	Zastosowanie 1D, 2D NMR, IR oraz MS do identyfikacji związków organicznych.	2
Ćw8	Kolokwium II	2
Ćw9	Poprawa kolokwium I lub II	2
	Suma godzin	<b>18</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z prezentacją multimedialną
N2. Rozwiązywanie zadań i interpretacja widm spektroskopowych
N3. Interaktywny system elektronicznych korepetycji

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU_W01- PEU_W07	Egzamin końcowy
F1 (ćwiczenia)	PEU_U01	Kolokwium cząstkowe I
F2 (ćwiczenia)	PEU_U02- PEU_U03	Kolokwium cząstkowe II
P (ćwiczenia) = średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych z kolokwiów cząstkowych		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle "Spektroskopowe Metody Identyfikacji Związków Organicznych" PWN, Warszawa 2012.
- [2] Praca zbiorowa: R. Mazurkiewicz, A. Rajca, E. Kalwińska, A. Skibiński, J. Suwiński, W. Zieliński „Metody Spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych” W N-T, Warszawa 1995.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] W. Danikiewicz „Spektrometria mas. Podstawy i zastosowania”, PWN, 2020.
- [4] Praca zbiorowa pod redakcją Kamili Małek „Spektroskopia oscylacyjna. Od teorii do praktyki” Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)**

**Dr hab. inż. Tomasz Olszewski, prof. uczelni, tomasz.olszewski@pwr.edu.pl**